

FOREIGN LANGUAGE LEARNING APPARATUS, FOREIGN LANGUAGE LEARNING METHOD, AND MEDIUM

Patent Number: WO0152237

Publication date: 2001-07-19

Inventor(s): MARKOV KONSTANTIN (JP); ADACHI TAKAHIRO (JP); McDermott ERIC (JP); YAMADA REIKO (JP); KATAGIRI SHIGERU (JP)

Applicant(s):: MARKOV KONSTANTIN (JP); ADACHI TAKAHIRO (JP); McDermott ERIC (JP); YAMADA REIKO (JP); ADVANCED TELECOMM RES INST INT (JP); ATR HUMAN INFORMATION PROC RES (JP); KATAGIRI SHIGERU (JP)

Requested Patent: WO0152237

Application Number: WO2000JP08762 20001211

Priority Number (s): JP20000006696 20000114; JP20000078578 20000321

IPC Classification: G10L15/00 ; G09B7/02 ; G09B19/00 ; G09B19/06

EC Classification:

Equivalents:

Abstract

Data supplied from the esp@cenet database - I2

BEST AVAILABLE COPY

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2001年7月19日 (19.07.2001)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 01/52237 A1

(51) 国際特許分類: G10L 15/00, G09B 7/02, 19/00, 19/06

(21) 国際出願番号: PCT/JP00/08762

(22) 国際出願日: 2000年12月11日 (11.12.2000)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:

特願2000-6696 2000年1月14日 (14.01.2000) JP
特願2000-78578 2000年3月21日 (21.03.2000) JP

(71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 株式会社 エイ・ティ・アール人間情報通信研究

所 (ATR HUMAN INFORMATION PROCESSING RESEARCH LABORATORIES) [JP/JP]; 〒619-0288 京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2 Kyoto (JP). 株式会社 国際電気通信基礎技術研究所 (ADVANCED TELECOMMUNICATIONS RESEARCH INSTITUTE INTERNATIONAL) [JP/JP]; 〒619-0288 京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2 Kyoto (JP).

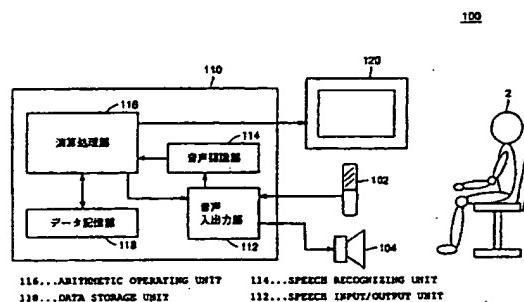
(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 山田玲子 (YAMADA, Reiko) [JP/JP]. 足立隆弘 (ADACHI, Takahiro) [JP/JP]. 片桐 満 (KATAGIRI, Shigeru) [JP/JP]. マクダモトエリック (McDERMOTT, Eric) [US/JP]; 〒619-0288 京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2 株式会社 エイ・ティ・アール人間情報通信研究所内 Kyoto (JP). マルコフ コンスタンティン (MARKOV, Konstantin) [BG/JP]; 〒619-0288 京都府相楽郡精華町

[続葉有]

(54) Title: FOREIGN LANGUAGE LEARNING APPARATUS, FOREIGN LANGUAGE LEARNING METHOD, AND MEDIUM

(54) 発明の名称: 外国語学習装置、外国語学習方法および媒体



(57) Abstract: A speech recognizing unit (114) and an arithmetic operating unit (116) of a foreign language learning apparatus (100) receives sentence speech information corresponding to a sentence uttered by a learner (2) and separate it into sets of word speech information for each word contained in the sentence. The arithmetic operating unit (116) instructs a display (120) to display, for each word, the result of evaluation of the degree of conformity (likelihood) with a model speech for each set of word speech information.

(57) 要約:

WO 01/52237 A1

外国語学習装置 (100) 中の音声認識部 (114) および演算処理部 (116) は、学習者 (2) の発音した文章に対応する文章音声情報を受けて、文章に含まれる単語毎の単語音声情報に分離する。演算処理部 (116) は、単語音声情報ごとにモデル音声との一致の程度 (尤度) を評価した結果を単語毎に表示装置 (120) に表示させる。



光台二丁目2番地2 株式会社 国際電気通信基礎技術
研究所内 Kyoto (JP).

(84) 指定国(広域): ヨーロッパ特許(AT, BE, CH, CY, DE,
DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

(74) 代理人: 深見久郎, 外(FUKAMI, Hisao et al.) ; 〒
530-0054 大阪府大阪市北区南森町2丁目1番29号 住
友銀行南森町ビル Osaka (JP).

添付公開書類:
— 國際調査報告書
— 補正書

(81) 指定国(国内): US.

2文字コード及び他の略語については、定期発行される
各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語
のガイダンスノート」を参照。

明細書

外国語学習装置、外国語学習方法および媒体

5 技術分野

この発明は、音声認識システムを用いて外国語学習を行うための外国語学習装置および外国語学習方法ならびにこのような外国語学習方法をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な媒体に関する。

10 背景技術

近年、音声認識システムを外国語の学習に利用する試みが盛んに行われている。すなわち、このような外国語学習装置においては、学習者は、一つまたは複数の外国語の文章を読み上げ、パーソナルコンピュータ（計算機）の音声入力機能を利用して自分の発音した文章をパーソナルコンピュータに入力する。そして、上記パーソナルコンピュータに搭載された当該外国語に対応した音声認識システムが、学習者が読み上げた文章をどの程度正しく認識できたかを判定し、その結果を学習者へのフィードバックとして表示するという方式である。

しかしながら、従来の外国語学習装置においては、利用する音声認識システムは、もともとパーソナルコンピュータへのキーボード入力を音声入力に置き換えることを目的としたものである。したがって、学習者が発音した文章単位で認識が行われ、その認識結果と本来期待される文章との比較結果が出力されるに過ぎない。このため、学習者は、このような文章全体として自分の発音が評価された結果しか知ることができない。

また、実際には、文章単位全体にわたって評価が平均していることはまれであって、文章中のある特定の部分では評価が高く、別の部分では評価が低いということの方が一般的である。

したがって、文章全体での包括的な評価点を用いていたのでは、特に、学習者に対して表示された評価点が低かった際に、その文章単位中のどの部分の発音が悪かったのかを学習者が知ることができない。この結果、学習者は、評価点が上

がるまでやみくもに文章全体の発音をやり直すことになり、学習効率を妨げてしまうという問題点があった。

発明の開示

5 本発明の目的は、学習者の発音した外国語の文章に対する評価結果を、効率的な外国語発音練習ができるように提示することが可能な外国語学習装置を提供することである。

この発明の他の目的は、学習者の発音した外国語の文章に対する発音の評価結果を学習者の外国語発音練習に対して効率的にフィードバックすることが可能な10 外国語学習方法を提供することである。

この発明のさらに他の目的は、学習者の発音した外国語の文章に対する発音の評価結果を学習者の外国語発音練習に対して効率的にフィードバックすることが可能な外国語学習方法を、コンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な媒体を提供することである。

15 係る目的を達成するために本願発明に係る外国語学習装置は、単語分離手段と、尤度判定手段と、表示手段とを備える。単語分離手段は、学習者の発音した文章に対応する文章音声情報を受けて、文章に含まれる単語毎の単語音声情報に分離する。尤度判定手段は、単語音声情報ごとにモデル音声との一致の程度を評価する。表示手段は、尤度判定手段の判定結果を単語毎に表示する。

20 好ましくは、外国語学習装置は、記憶手段と、出力手段とをさらに備える。記憶手段は、学習者が発音するべきモデル文章と対応するモデル音韻配列情報を保持する。出力手段は、予め学習者にモデル文章を提示する。単語分離手段は、音韻認識手段と、単語音声認識手段とを含む。音韻認識手段は、文章音声情報を音韻情報毎に認識する。単語音声認識手段は、分離された音韻情報とモデル音韻配列情報に基づいて、単語毎の単語音声情報を認識する。

25 この発明の他の局面に従うと、外国語学習方法であって、学習者の発音した文章に対応する文章音声情報を受けて、文章に含まれる単語毎の単語音声情報に分離するステップと、単語音声情報ごとにモデル音声との一致の程度を評価するステップと、単語音声情報ごとの評価結果を単語毎に表示するステップとを備える。

好ましくは、外国語学習方法は、予め学習者にモデル文章を提示するステップをさらに備える。単語音声情報に分離するステップは、文章音声情報を音韻情報毎に認識するステップと、学習者に提示されたモデル文章に対応するモデル音韻配列情報と分離された音韻情報とに基づいて、単語毎の単語音声情報を認識するステップとを含む。

この発明のさらに他の局面に従うと、外国語学習装置であって、記憶手段と、出力手段と、単語分離手段と、尤度判定手段と、表示手段と、発音評価手段とを備える。記憶手段は、学習者が発音するべきモデル文章と対応するモデル音韻配列情報を保持する。出力手段は、予め学習者にモデル文章を提示する。単語分離手段は、学習者の発音した文章に対応する文章音声情報を受けて、文章に含まれる単語毎の単語音声情報に分離する。尤度判定手段は、単語音声情報ごとにモデル音声との一致の程度を評価する。表示手段は、尤度判定手段の判定結果を音韻毎および単語毎に表示する。発音評価手段は、発音練習期間中において、学習者が発するモデル文章中の音韻毎および単語ごとに発音練習結果を評価する。単語分離手段は、音韻認識手段と、単語音声認識手段とを含む。音韻認識手段は、文章音声情報を音韻情報毎に認識する。単語音声認識手段は、分離された音韻情報とモデル音韻配列情報とに基づいて、単語毎の単語音声情報を認識する。

この発明のさらに他の局面に従うと、コンピュータ読み取り可能な媒体であって、外国語学習方法をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録する。外国語学習方法は、学習者の発音した文章に対応する文章音声情報を受けて、文章に含まれる単語毎の単語音声情報に分離するステップと、単語音声情報ごとにモデル音声との一致の程度を評価するステップと、単語音声情報ごとの評価結果を単語毎に表示するステップとを有する。

したがって、本願発明に係る外国語学習装置または外国語学習方法によれば、学習者に自分の発音した文章について、各単語毎に評価点が示されるので、学習者の発音した外国語の文章に対する発音の評価結果を学習者の外国語発音練習に対して効率的にフィードバックすることが可能である。

図面の簡単な説明

図 1 は、本発明に係る外国語学習装置 100 の構成を説明するための概略プロック図である。

図 2 は、モデル文章のうちの 1 つについての文章音声情報の構成を説明するための概念図である。

5 図 3 は、図 1 に示した外国語学習装置 100 により実現される外国語学習のフローを説明するためのフローチャートである。

図 4 は、音声認識部 114 の動作を説明するための概念図である。

図 5 は、各区間毎の尤度をもとに、録音された文章に対する音声情報から音韻音声情報を抽出する方法を示す概念図である。

10 図 6 は、演算処理部 116 が、録音した音声の各音韻に対応する尤度および単語に対応する尤度を求める手続きを示す概念図である。

図 7 は、モデル文章どおりに発音がされた場合の音韻の時間変化の経路と発音評価のための尤度を求める手順とを説明するための図である。

15 図 8 は、実施例 2 の外国語学習装置 200 の構成を説明するための概略プロック図である。

図 9 は、図 8 に示した外国語学習装置 200 による外国語学習処理を説明するためのフローチャートである。

20 図 10 は、単語ごとの評価点の算出および表示を行なうステップと、単語ごと・音韻ごとに発音練習を行なうステップにおける処理をより詳しく説明するためのフローチャートである。

図 11 は、音声認識処理を行なうための隠れマルコフモデルに対する学習処理を予め行なうための処理を説明するためのフローチャートである。

図 12 は、各単語における音韻ごとの評価点を算出するためのフローの処理を説明するためのフローチャートである。

25 図 13 は、[L] を発音する際の声道の形状を示す第 1 の図である。

図 14 は、[L] を発音する際の声道の形状を示す第 2 の図である。

図 15 は、[R] を発音する際の声道の形状を示す第 1 の図である。

図 16 は、[R] を発音する際の声道の形状を示す第 2 の図である。

図 17 は、音韻練習の際に、学習者に提示される情報の他の例の共振周波数パ

ターンの時間的変動を示す図である。

図18は、音韻練習時に、学習者に対して示されるさらに他の情報としてフォルマントの位置を表示する画面を示す図である。

5 発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施例を図面とともに説明する。

[実施例1]

図1は、本発明に係る外国語学習装置100の構成を説明するための概略プロック図である。

10 なお、以下の説明では、外国語として、英語を例として説明するが、以下の説明で明らかとなるように、本発明はこのような場合に限定されることなく、母国語以外の言語を学習者が学習する際に一般的に適用可能なものである。

図1を参照して、外国語学習装置100は、学習者2が発声した音声を取得するためのマイクロフォン102と、マイクロフォン102からの出力を受けて、
15 学習者2が発音した文章に対応する音声情報を処理して、この文章中に含まれる単語毎に、期待される発音に基づいた学習者の発音の評価点を求めるためのマイクロコンピューター110と、マイクロコンピュータ110から与えられる学習者2が発音するべき文章を表示し、単語毎に求められた学習者の発音に対する評価点を、単語毎に表示するための表示装置（ディスプレイ）120とを備える。

20 なお、学習者2に対して、発音するべき文章（以下、「モデル文章」と呼ぶ）を提示する方法としては、上述のとおり、表示装置120を介して文字情報として提示してもよいし、スピーカ104から音声として学習者2に提示してもよい。また、後に説明する単語毎の発音練習においては、スピーカ104から手本となる発音を音声として出力することも可能である。

25 マイクロコンピュータ110は、マイクロフォン102からの音声信号を受け、また、スピーカ104に対して音声信号を与えるためのインターフェースである音声入出力部112と、後に説明するように音声入出力部112からの信号に基づいて、マイクロフォン102に与えられた文章に対応する音声情報（以下、「文章音声情報」と呼ぶ）をそれに含まれる音韻情報に分離解析する音声認識部

114と、前記文章音声情報を一時的に格納し、かつ前記モデル文章およびこれに対応する音韻情報と単語境界に対する情報とを保持するためのデータ記憶部118と、音声認識部114の解析結果と、前記データ記憶部118に格納され学習者2に対して発音を促すために与えられたモデル文章に対する情報等に基づいて、このモデル文章に含まれる単語毎に、モデル文章に対する音韻情報（モデル音韻情報）に対する学習者2の発音の評価点を求める演算処理部116とを備える。

[文章音声情報の構成]

図2は、モデル文章のうちの1つについての文章音声情報の構成を説明するための概念図である。

図2に示した例では、“I have a red pen”というモデル文章を例として挙げている。

音声言語は、図2に示すように階層性を有しており、文章は、単語、音節（母音と子音とで形成する単位で、日本語では通常1つの仮名で表記される単位）、音韻（各子音、各母音）という風に細分化される。

ただし、言語によってこの細分化の過程には多少の相違があり、また、文章と単語の中間層として、いわゆる「フレーズ」を形成する場合もある。

図3は、図1に示した外国語学習装置100により実現される外国語学習のフローを説明するためのフローチャートである。

図3において明らかとなるように、外国語学習装置100により実現される外国語学習においては、音声言語の階層性を利用して、文章単位の発音に対して包括的な評価ばかりでなく、単語単位さらには音韻単位での学習者の発音の評価を学習者にフィードバックし、学習者はこの評価結果に基づいて、不得意であると判定された単語毎または音韻毎に発音練習を行うことが可能な構成となっている。特に、単語毎に評価点を表示することで、個々の音韻に対する測定誤差の影響が軽減されるだけでなく、学習者が発音練習をしやすい単語ごとに発音練習を行うことが可能で、発音練習を効率的に行うことができる。

図3を参照して、外国語学習が開始されると（ステップS100）、まず、表示装置120により学習者2に対し、発音するべきモデル文章が提示される（ス

ステップS102)。

つづいて、学習者2がこのモデル文章を発音すると、マイクロフォン102および音声入出力部112を介して、モデル文章に対応した音声情報（文章音声情報）が取得される（ステップS104）。

5 つぎに、音声認識部114は、音声入出力部112から出力される信号に基づいて、文章音声情報を音韻ごとに対応する音声情報として認識する（ステップS106）。

10 演算処理部116は、音声認識部114で音韻に分離された音声情報と、データ記憶部118に格納されたモデル文章に対するモデル音韻情報との比較により、
单語毎の音声情報を認識する（ステップS108）。

15 つづいて、演算処理部116は、文章音声情報について単語毎に、データ記憶部118に格納されたモデル文章に対するモデル音韻情報を参照することで、単語毎の発音の評価点を求め、表示装置120に対して出力する（ステップS108）。なお、このとき、各単語に含まれる音韻毎の評価点を併せて出力してもよ
い。

つづいて、学習者2は、上記単語毎または音韻毎の評価点に基づいて、自分の不得手な単語毎、または音韻毎に発音練習を行う（ステップS112）。

20 発音練習が終了したと判断すると、学習者2によりパーソナルコンピュータ110の入力装置（キーボードまたは音声入力装置）を介して、モデル文章の発音を再度試みるか否かの指示が与えられる（ステップS114）。再度試みることが指示されると、処理はステップS104に復帰し、再度試みることが指示されないと、処理は次のステップS116に移行する。

25 次に、学習者2によりパーソナルコンピュータ110の入力装置を介して、他のモデル文章についての発音練習を試みるか否かの指示が与えられる（ステップS116）。試みることが指示されると、処理はステップS102に復帰し、試みることが指示されないと、処理は終了する（ステップS120）。

[単語毎の評価点を求める方法]

以下では、単語毎の発音の評価点を求める方法について、さらに詳しく説明する。

図4は、音声認識部114の動作を説明するための概念図である。

学習者2の発した音声波形は、データ記憶部118に一時的に格納することで録音される。音声認識部114は、録音した音声波形を、図4に示すように、A区間、B区間、C区間等の一定の長さの区間毎に区切り、区間毎に音韻としての尤度（確からしさ：likelihood）を求める。この区間毎の尤度は、予め設定した全ての音韻、たとえば、英語としての発音に出現し得る可能性のある全ての音韻についてそれぞれ求められる。言換えると、一つの区間から、英語の音韻の全てに対する尤度が求められることになる。

つまり、音声認識部114は、予め複数の話者の音声サンプルから作成された各音韻の音響的特徴ベクトルの集合体であるモデルと、録音した音声の特定の区間の音響的特徴ベクトルの集合とを照合し、すでに周知の最尤推定法を用いて、各区間毎に尤度を求める。

このような最尤推定法は、たとえば、文献「Probability, Random Variables, and Stochastic Processes(Third Edition)」, Ed. Athanasios Papoulis, McGraw-Hill. Inc. New York, Tokyo(1991)に開示されている。

すなわち、図5に示すような英語中に出現し得る各音韻（縦軸）と各区間（横軸）についての尤度の分布を示す尤度分布平面上において、最適の音韻の経路を選択し、音声認識の結果とする。

最適（最も尤度の高い）音韻クラスが時間経過に従って移行することにより、次の音韻に移行したことが判定され、音韻の境界が認識される。

図5中においては、間違いやすい音素列の候補中で、このような最適音韻が時間経過とともにたどる経路を太線で示している。

図6は、以上のようにしてまとめられた録音した音声の各区間ごとの音韻音声情報に基づき、演算処理部116が、録音した音声の各音韻に対応する尤度および単語に対応する尤度を求める手続きを示す概念図である。

すなわち、まず、演算処理部116は、録音した音声から認識した音韻についての尤度の区間平均をとることで、それぞれの音韻に対する尤度を求める。

さらに、演算処理部116は、録音した音声波形から各単語において図5に示した間違いやすい候補中のパスに従った各音韻尤度に基づいて、これらの各単語

ごとの音韻尤度の総和または平均として、各単語毎の単語尤度を求める。

すなわち、演算処理部 116 は、予め与えられた内容記述情報、たとえば、“I have a red pen”というモデル文章であれば、/ai : h ae v : a : r e d : p e n/ というこのモデル文章に対する音声表記情報と単語境界に対する情報 (音声表記情報中の “:” の位置に関する情報) とに基づき、上記の間違いややすい候補のパスにそって、各単語ごとに含まれる音韻についての尤度 (以下、「音韻尤度」と呼ぶ) の総和または平均として、各単語についての尤度 (以下、「単語尤度」と呼ぶ) を求める。以下では、モデル文章についての音韻の配列についての情報および単語境界についての情報を総称して、「モデル音韻配列情報」と呼ぶことにする。

図 7 は、図 5 に示した尤度分布平面上において、モデル文章どおりに発音がされた場合の音韻の時間変化の経路と発音評価のための尤度を求める手順とを説明するための図である。

すなわち、図 7 を参照して、演算処理部 116 は、図 5 および図 6 において説明した手順と同様にして、予め与えられた内容記述情報に基づき、内容記述情報どおりの音韻配列で発音したとした場合のこの音韻配列に対応するパスにそって、各単語ごとに含まれる音韻に対する音韻尤度の総和または平均として、各単語についての単語尤度を求める。

演算処理部 116 は、以上のようにして求められた、内容記述情報どおりの音韻配列 (モデル音韻配列情報どおりの音韻配列) で発音したとした場合のパスに沿って求めた各単語尤度と、録音した音声波形から各単語において間違いややすい候補のパスに沿って求めた各単語尤度とを照合することで、その相対的な関係から評価点を求める。

特に限定はされないが、たとえば、内容記述情報どおりの音韻配列で発音したとした場合のパスに沿って求めた各単語尤度を「理想経路単語尤度」と呼び、録音した音声波形から各単語において最適パスに沿って求めた各単語尤度の合計を「間違候補経路単語尤度」と呼ぶこととすると、単語毎の評価点は以下のようにして求めることが可能である。

$$(単語評価点) = (理想経路単語尤度) / (理想経路単語尤度 + 間違候補経路単語尤度) \times 100$$

5 このような一連の手続きにより、学習者が発音した文章につき、各単語毎の評価点を求め、単語毎に評価点を表示することができる。

10 また、これも特に限定はされないが、たとえば、内容記述情報どおりの音韻配列で発音したとした場合のパスに沿って求めた各音韻尤度を「理想経路音韻尤度」と呼び、録音した音声波形から間違いやすい候補のパスに沿って求めた各音韻尤度の合計を「間違候補経路音韻尤度」と呼ぶこととすると、音韻毎の評価点も以下のようにして求めることも可能である。

$$(音韻評価点) = (理想経路音韻尤度) / (理想経路音韻尤度 + 間違候補経路音韻尤度) \times 100$$

15 したがって、学習者が発音した文章につき、各単語毎の評価点に加えて、単語毎に含まれる各音韻についての評価点を表示することができる。

なお、以上の説明では、文章音声情報を一度音韻情報にまで細分化したうえで、
15 単語毎の音声情報を得る構成として本願発明を説明したが、文章音声情報を直接、
単語毎の音声情報に分離する構成としてもよい。

20 [実施例 2]

実施例 1においては、学習者の発声した外国の文章を認識して、単語ごとあるいは音韻ごとにその評価点を表示することで、学習効率を高める外国語学習装置の構成について説明した。

25 実施例 2においては、上述したような単語ごと（あるいは音韻ごと）に示された評価点に基づいて、学習者が効率よく発音練習を行なうことが可能な外国語学習装置および外国語学習方法の構成について説明する。

図 8 は、実施例 2 の外国語学習装置 200 の構成を説明するための概略プロック図である。

外国語学習装置 200 の構成は、基本的には、実施例 1 の外国語学習装置 10

0の構成と同様である。

すなわち、図8を参照して、外国語学習装置200は、学習者が発声した音声を取得するための音声入力装置（たとえばマイクロフォン）102と、音声入力装置102からの出力を受けて、学習者が発声した文章に対する音声情報を処理して、この文章中に含まれる単語ごとに期待される発音に基づいた学習者の発音の評価点を求めるためのMPU116と、MPU116から与えられる学習者が発音するべき文章を表示し、単語ごとに求められた学習者の発音に対する評価点を、単語ごとに表示するためのCRTディスプレイ120と、学習者からの外国語学習装置200へのデータ入力を受けるためのキーボードマウス122とを備える。

外国語学習装置200は、さらに、外国語学習装置の動作全体を制御するための学習制御装置101と、学習制御装置101により制御されて、音声入力装置から与えられた文章情報についての音声認識処理を行なうための音声認識部114と、学習制御装置101に制御されて、外国語学習処理のために必要なデータを記憶保持するためのデータ記憶部118とを備える。

音声認識部114は、音声入力装置102から与えられた音声データを元に、音声スペクトル包絡を抽出した上で、音声信号のセグメンテーションを行なうための自動音声セグメント装置140.2と、単位言語音の音韻識別のために、音声尤度を計算するための音声尤度演算装置140.4と、音声尤度演算装置140.4の演算結果に基づいて、文章中の音韻や単語を分解抽出するための文章・単語・音韻分解装置140.1と、文章単語音韻分解装置140.1の分解結果に基づいて、構文解析等に基づいて、文音声の認識処理を行なうための音声認識装置140.3とを含む。

一方、データ記憶部118は、学習者に対して提示するための文章データを保持する文章データベース118.6と、この文章データを構成する単語についての単語データベース118.5と、単語データベース118.5に含まれる音韻に関するデータを保持する音韻データベース118.4とを含む。

データ記憶部118は、さらに、学習者の学習履歴を保持するための学習者学習履歴データ保磁部118.1と、文章データベース118.6中に保持される

データに対応したネイティブスピーカーの発音による教師音声を保持するための教師音声ファイル 118. 2 と、当該教師音声ファイル中の音声に対して、音声認識部 114 が算出する尤度データを保持するための教師音声尤度データベース 118. 3 とを含む。

5 図 9 は、図 8 に示した外国語学習装置 200 による外国語学習処理を説明するためのフローチャートである。

10 図 9 を参照して、まず、外国語学習装置 200 の処理が開始されると（ステップ S 200）、学習者に文章データベース 118. 6 中に保持された文章データに基づいて、CRT ディスプレイ 120 上にモデル文章が提示される（ステップ S 202）。

15 続いて、学習者が提示されたモデル文章に応じて、発話を行なうと、この学習者の発話をしたモデル文章に対する音声情報が音声入力装置 102 を介して取得される（ステップ S 204）。

20 続いて、自動音声セグメント装置 140. 2 および文章、単語、音韻分解装置 140. 1 の処理により、文章に対応する音声情報を音韻ごとに対応する音声情報として認識する処理が行なわれる（ステップ S 206）。

25 続いて、音声認識装置 140. 3において、音韻データベース 118. 4 中に保持されたデータに基づいて、取得した音韻に対する音声情報とモデル音韻との比較により単語ごとの音声情報の認識が行なわれる（ステップ S 208）。

30 さらに、このようにして認識された音声常法について、音声尤度演算装置 140. 4において演算された尤度情報と、教師音声尤度データベース 118. 3 中に保持されたデータとに基づいて、MPU 116 が単語ごとの評価点を算出し、その算出結果を CRT ディスプレイ 120 を介して、学習者に対して提示する（ステップ S 210）。

35 これに応じて、学習者は、単語ごとあるいは音韻ごとに発音練習を行なう（ステップ S 212）。

40 続いて、CRT ディスプレイ 120 を介して、学習者に対して、他のモデル文章に対する練習を行なうか否かが質問され、学習者がキーボード・マウス 122 を介して、他のモデル文章の練習を行なうことを選択した場合は、処理はステッ

5 プS 2 0 2に復帰し、練習の終了を選択した場合は、処理が終了する（ステップS 2 1 6）。

10 図10は、図9に示した処理のうち、単語ごとの評価点の算出および表示を行なうステップS 2 1 0と、単語ごと・音韻ごとに発音練習を行なうステップS 2 1 2における処理をより詳しく説明するためのフローチャートである。

すなわち、学習者に各単語のスコアが提示されると（ステップS 3 0 2）、学習者は、キーボード・マウス1 2 2を介して、訓練する単語を選択する（ステップS 3 0 4）。

これに応じて、学習者が発音した単語発音が録音され（ステップS 3 0 6）、学習者に単語内の各音韻のスコアが表示される（ステップS 3 0 8）。

15 続いて、音韻レベルのトレーニングを学習者が行ない（ステップS 3 1 0）、音韻レベル訓練をクリアしたか否かの判断が行なわれ（ステップS 3 1 2）、音韻レベル訓練をクリアした場合は処理は次のステップS 3 1 4に移行し、音韻レベル訓練をクリアしたと判断されない場合は、再び処理はステップS 3 1 0に復帰する。

音韻レベル訓練をクリアした場合、続いて単語レベルのトレーニングに処理が移行する（ステップS 3 1 4）。

20 単語レベルのトレーニングが終了すると、続いて、CRTディスプレイ1 2 0を介して、学習者に対し別の単語の訓練を行なうか否かが質問され、キーボード・マウス1 2 2から学習者により入力される情報に基づいて、別の単語を訓練する場合は処理がステップS 3 0 4に復帰し、単語訓練を終了させる場合は、処理が次のステップS 3 1 8に移行する。

25 単語レベルでの訓練が終了すると、続いて文章レベルのトレーニングが行なわれる（ステップS 3 1 8）。

30 続いて、文章レベル訓練をクリアしたか否かの判断が行なわれ（ステップS 3 2 0）、文章レベルの訓練をクリアしていない場合は、処理は再びステップS 3 0 2に復帰する。

一方、文章レベルの訓練がクリアしたと判断された場合は、処理が終了する（ステップS 3 2 2）。

図11は、図10に示した音韻レベルのトレーニング、単語レベルのトレーニングあるいは文章レベルのトレーニングを行なう際の評価点の算出を行なうにあたり、音声認識処理を行なうための隠れマルコフモデル（HMM：Hidden Markov Model）に対する学習処理を予め行なうための処理を説明するためのフローチャートである。

図11を参照して、学習処理が開始されると（ステップS400）、トレーニングを行なう語彙に対応して隠れマルコフモデル（HMM）が作成される（ステップS402）。

続いて、学習者の発音に基づいて、まず明瞭度の高い音声収集が行なわれる（ステップS404）。

学習者の発声した音声に基づいてメウケブストラム係数またはLPC（Linear Predictive Coding）ケプストラム等を使用して、音声の特徴を数値データ（特徴ベクトル）として求める（ステップS406）。

このようにして求められた音声特徴ベクトルに基づいて、隠れマルコフモデルのHMM係数のトレーニングが行なわれる（ステップS408）。

以上のような学習のために必要なすべての音声の処理を行なったかの判断が行われ（ステップS410）、すべての音声に対する処理が行なわれていない場合には、処理はステップS406に復帰し、すべての音声に対するトレーニング処理が終わっている場合は、処理が終了する（ステップS412）。

図12は、図11のようにして予め学習処理が行なわれた隠れマルコフモデルに基づいて、各単語における音韻ごとの評価点を算出するためのフロー（図10のステップS308）の処理を説明するためのフローチャートである。

図12を参照して、評価点算出処理が開始されると（ステップS500）、音声が入力され（ステップS502）、サンプリングを行なう各フレームごとに特徴ベクトルの算出が行なわれる（ステップS504）。

続いて、隠れマルコフモデルを使用して、ビタビスコアリングを行なうことにより、最適な音韻の変遷を導出するための当てはめ計算が行なわれる（ステップS506）。

続いて、可能性のあるすべての組合せについて音韻変遷の経路の計算が行なわ

れたかの判断が行なわれ（ステップS108）、すべての組合せが終了していない場合は、処理はステップS506に復帰し、すべての処理が終了している場合は、次のステップS510に移行する。

5 続いて、隠れマルコフモデルによりセグメントされた有効なフレームあたりのスコアの平均値が求められる（ステップS510）。

次に、評価点を算出するために、たとえば音韻ごとに、以下の演算により評価点が計算される。

（評価点） =

10 （正解を発音したとした場合の当該音韻に対するスコア） / （すべての可能な確率が0でない）音韻についての組合せのスコアの総和) × 100

以上のようにして評価点を算出して処理が終了する（ステップS514）。

続いて、音韻ごとの練習を行なう場合に、学習者に対して適切な情報を提示することで、学習効果を上げるための提示される情報の例について説明する。

15 図13および図14は、このようにして提示される情報の1つとして、[L]を発音する際に、声道（声門から唇に至る音声の共鳴口）の形状を示す図である。

一方、図15および図16は、[R]を発音する際の共鳴口の形状を提示するためのコンピュータグラフィックス例である。

20 すなわち上述したような声道の形状により、各音韻の特徴を持った音声が生成される。しかしながら、この声道の形状や動きは通常学習者は見ることができない。

特に、音韻特徴に大きく関係し、また学習者が自ら運動を制御することのできる口腔内の器官（舌や口蓋など）の形状や相対的位置関係、動きなどを、3次元コンピュータグラフィックスを用いて頸部を透明にするなどの処置を施すことで、わかりやすく可視化することができる。このような可視化処理により、学習者に各音韻を発声する場合の各器官の動かし方を知識として伝えることができる。

25 図17は、音韻練習の際に、学習者に提示される情報の他の例の共振周波数パターンの時間的変動（声紋）を示す図である。

図17においては、教師音声と学習者音声の声紋表示を対比させて行なう。学習者は、発音を繰返しながら、声紋のパターンを教師音声に近づけていく。

声紋表示とは、高速フーリエ変換（F F T）を用いて音声の共振周波数パターンの時間的変動を可視化したものである。

母音や一部の子音（[r]、[l]、[w]、[y]など）の声道の振動を伴った音韻では、音声が周期性を持っており、スペクトルのピーク（フォルマントと呼ぶ）に一定のパターンが見られる。各音韻は、このフォルマントのパターンにより特徴づけられることになる。そこで、これらの音の場合には、線形予測法（L P C）により、スペクトルのピークを推定し、そのピークを声紋の上に重ねて表示（図中黒丸）することにより、音韻の特徴を明示的に示すことができる。

図18は、音韻練習時に、学習者に対して示されるさらに他の情報としてフォルマントの位置を表示する画面を示す図である。

図18においては、フォルマントの位置をリアルタイムで確認しながら、発音の矯正を行なう。母音や一部の子音（[r]、[l]、[w]、[y]など）では、上記の方法でフォルマントを計算し、実施時間で画面上に表示する。

その際に、音韻を決定づける上で重要である、低い方から3つのフォルマント（第1、第2、第3 フォルマント）位置の相対関係を、3つのフォルマントを2つずつ組合せて2次元的に表示している。図18においては、第2 フォルマント（F 2）を横軸に、第3 フォルマント（F 3）を縦軸としている。L音は、 $F_3 = 2800\text{ Hz}$ 付近に分布しているのに対し、R音は、 $F_3 = 1600\text{ Hz}$ 付近に分布している。学習者の発音している音のフォルマントが黒丸で示され、F 2 - F 3 平面では、R音の領域にあることがわかる。

学習者は、自分の高音器官の形状とそれが適切だったかどうかを実時間で確認しながら、音韻の発音学習を進めることができとなる。

なお、以上の説明では、図13～図18で示される3つの表示画面をそれぞれ別々のものとして説明したが、上記の表示画面を適宜組合せることで、より効率的に発音練習を行なうことが可能である。

さらに、図13から図16の声道形状のモデル表示や、図17の声紋表示、図18のフォルマント表示は、音韻ごとに表示されるものとしたが、単語として音韻が連続的に発音される場合に、画面上に一連のものとして表示されていく構成とすることも可能である。

なお、以上の説明では、外国語学習装置としての構成を説明したが、本発明はこのような場合に限定されることなく、以上説明したような外国語学習方法を実行するためのソフトウェアを記録した記録媒体を用いることで、音声入出力機能を備えたパーソナルコンピュータ等によりこのソフトウェアを実行させることに
5 より実現可能である。

さらに、以上説明したような外国語学習方法を実行するためのソフトウェアは、記録媒体としてパーソナルコンピュータ等にインストールされる場合だけでなく、インターネット等の電気通信回線を通じて、音声入出力機能を備えたパーソナルコンピュータ等にこのソフトウェアをインストールすることによっても実現可能
10 である。

この発明を詳細に説明し示してきたが、これは例示のためのみであって、限定となつてはならず、発明の精神と範囲は添付の請求の範囲によってのみ限定され
ることが明らかに理解されるであろう。

請求の範囲

1. 外国語学習装置であって、

- 5 学習者の発音した文章に対応する文章音声情報を受けて、前記文章に含まれる単語毎の単語音声情報に分離する単語分離手段（114）と、
前記単語音声情報ごとにモデル音声との一致の程度を評価する尤度判定手段（116）と、
前記尤度判定手段の判定結果を前記単語毎に表示する表示出力手段（120）
とを備える、外国語学習装置。

10 2. 前記外国語学習装置は、

- 前記学習者が発音するべきモデル文章と対応するモデル音韻配列情報とを保持する記憶手段（118）とをさらに備え、
前記表示出力手段は、予め前記学習者に前記モデル文章を提示し、
前記単語分離手段は、

15 前記文章音声情報を音韻情報毎に認識する音韻認識手段と、

- 分離された前記音韻情報と前記モデル音韻配列情報とに基づいて、前記単語毎の単語音声情報を認識する単語音声認識手段とを含む、請求項1記載の外国語学習装置。

20 3. 前記音韻認識手段は、前記外国語に含まれ得る音韻のそれぞれに対する、前記文章音声情報中の各音韻情報の尤度を判定する音韻尤度決定手段を含み、

- 前記尤度判定手段は、
前記文章音声情報中の各音韻情報の尤度分布平面上において、前記モデル音韻配列情報どおりの音韻配列で発音したとした場合の経路に沿って求めた各単語尤度と、学習者の発音した音声波形から間違いやすい候補の経路に沿って求めた各単語尤度の合計とを照合することで、前記単語毎の一致の程度を評価する、請求項2記載の外国語学習装置。

25 4. 外国語学習方法であって、

- 学習者の発音した文章に対応する文章音声情報を受けて、前記文章に含まれる単語毎の単語音声情報に分離するステップ（S106, S108）と、

前記単語音声情報ごとにモデル音声との一致の程度を評価するステップ（S 1
10）と、

前記単語音声情報ごとの評価結果を前記単語毎に表示するステップ（S 1 1
0）とを備える、外国語学習方法。

5 5. 予め前記学習者にモデル文章を提示するステップ（S 1 0 2）をさらに備え、

前記単語音声情報に分離するステップは、

前記文章音声情報を音韻情報毎に認識するステップ（S 1 0 6）と、

前記学習者に提示されたモデル文章に対応するモデル音韻配列情報と分離され
た前記音韻情報に基づいて、前記単語毎の単語音声情報を認識するステップ
(S 1 0 8) とを含む、請求項 4 記載の外国語学習方法。

10 6. 前記音韻情報毎に認識するステップは、前記外国語に含まれ得る音韻のそれ
ぞれに対する、前記文章音声情報中の各音韻情報の尤度を判定するステップを有
し、

前記モデル音声との一致の程度を評価するステップは、前記文章音声情報中の
各音韻情報の尤度分布平面上において、前記モデル音韻配列情報どおりの音韻配
列で発音したとした場合の経路に沿って求めた各単語尤度と、学習者の発音した
音声波形から間違いややすい候補の経路に沿って求めた各単語尤度の合計とを照合
することで、前記単語毎の一致の程度を評価する、請求項 5 記載の外国語学習方
法。

15 7. 前記学習者が発する前記モデル文章中の前記音韻毎および前記単語ごとに発
音練習結果を評価するステップをさらに備える、請求項 5 記載の外国語学習方法。

8. 前記発音練習結果を評価するステップは、

前記学習者に対して、前記表示装置を介して、前記音韻毎に声道形状モデルを
表示するステップを含む、請求項 7 記載の外国語学習方法。

20 9. 前記発音練習結果を評価するステップは、

前記学習者に対して、前記表示装置を介して、モデル声紋と学習者の発音に対
する声紋とを対比表示するステップを含む、請求項 7 記載の外国語学習方法。

10. 前記発音練習結果を評価するステップは、

前記学習者に対して、前記表示装置を介して、学習者の発音のフォルマント平

面上の位置を表示するステップを含む、請求項 7 記載の外国語学習方法。

1 1. 外国語学習装置であつて、

学習者が発音するべきモデル文章と対応するモデル音韻配列情報とを保持する記憶手段（1 1 8）と、

5 予め前記学習者に前記モデル文章を提示するための表示出力手段（1 0 4、1 2 0）と、

前記学習者の発音した文章に対応する文章音声情報を受けて、前記文章に含まれる単語毎の単語音声情報に分離する単語分離手段（1 4 0. 1）と、

10 前記単語音声情報ごとにモデル音声との一致の程度を評価する尤度判定手段（1 4 0. 4）と、

前記尤度判定手段の判定結果を音韻毎および前記単語毎に表示する表示出力手段（1 2 0）とを備え、

前記単語分離手段は、

前記文章音声情報を音韻情報毎に認識する音韻認識手段と、

15 分離された前記音韻情報と前記モデル音韻配列情報に基づいて、前記単語毎の単語音声情報を認識する単語音声認識手段とを含み、

発音練習期間中において、前記学習者が発する前記モデル文章中の前記音韻毎および前記単語ごとに発音練習結果を評価する発音評価手段をさらに備える、外国語学習装置。

20 1 2. 前記発音評価手段は、

前記学習者に対して、前記表示装置を介して、前記音韻毎に声道形状モデルを表示する、請求項 1 1 記載の外国語学習装置。

1 3. 前記発音評価手段は、

前記学習者に対して、前記表示装置を介して、モデル声紋と学習者の発音に対する声紋とを対比表示する、請求項 1 1 記載の外国語学習装置。

25 1 4. 前記発音評価手段は、

前記学習者に対して、前記表示装置を介して、学習者の発音のフォルマント平面上の位置を表示する、請求項 1 1 記載の外国語学習装置。

1 5. 学習者の発音した文章に対応する文章音声情報を受けて、前記文章に含ま

- れる単語毎の単語音声情報に分離するステップと、
前記単語音声情報ごとにモデル音声との一致の程度を評価するステップと、
前記単語音声情報ごとの評価結果を前記単語毎に表示するステップと
を有する外国語学習方法をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録
したコンピュータ読み取り可能な媒体。
- 5 16. 前記外国語学習方法は、予め前記学習者にモデル文章を提示するステップ
をさらに備え、
前記単語音声情報に分離するステップは、
前記文章音声情報を音韻情報毎に認識するステップと、
10 前記学習者に提示されたモデル文章に対応するモデル音韻配列情報と分離され
た前記音韻情報に基づいて、前記単語毎の単語音声情報を認識するステップと
を含む、コンピュータ読み取り可能な、請求項15記載の媒体。
- 15 17. 前記音韻情報毎に認識するステップは、前記外国語に含まれ得る音韻のそ
れぞれに対する、前記文章音声情報中の各音韻情報の尤度を判定するステップを
有し、
前記モデル音声との一致の程度を評価するステップは、前記文章音声情報中の
各音韻情報の尤度分布平面上において、前記モデル音韻配列情報どおりの音韻配
列で発音したとした場合の経路に沿って求めた各単語尤度と、学習者の発音した
音声波形から間違いややすい候補の経路に沿って求めた各単語尤度の合計とを照合
することで、前記単語毎の一致の程度を評価するステップを有する、コンピュー
タ読み取り可能な、請求項16記載の媒体。
- 20 18. 前記外国語学習方法は、前記学習者が発する前記モデル文章中の前記音韻
毎および前記単語ごとに発音練習結果を評価するステップをさらに備える、コン
ピュータ読み取り可能な、請求項16記載の媒体。
- 25 19. 前記発音練習結果を評価するステップは、前記学習者に対して、前記表示
装置を介して、前記音韻毎に声道形状モデルを表示するステップを含む、コンピ
ュータ読み取り可能な、請求項18記載の媒体。
20. 前記発音練習結果を評価するステップは、
前記学習者に対して、前記表示装置を介して、モデル声紋と学習者の発音に対

する声紋とを対比表示するステップを含む、コンピュータ読み取り可能な、請求項

1 8 記載の媒体。

2 1. 前記発音練習結果を評価するステップは、

前記学習者に対して、前記表示装置を介して、学習者の発音のフォルマント平
5 面上の位置を表示するステップを含む、コンピュータ読み取り可能な、請求項 1 8
記載の媒体。

2 2. 学習者の発音した文章に対応する文章音声情報を受けて、前記文章に含まれ
れる単語毎の単語音声情報に分離するステップと、

前記単語音声情報ごとにモデル音声との一致の程度を評価するステップと、

10 前記単語音声情報ごとの評価結果を前記単語毎に表示するステップと
を有する外国語学習方法をコンピュータに実行させるためのコンピュータプロ
グラム。

補正書の請求の範囲

[2001年5月18日(18.05.01)国際事務局受理：出願当初の請求の範囲1, 2, 4, 5, 15, 16及び22は補正された；他の請求の範囲は変更なし。(5頁)]

1. (補正後) 外国語学習装置であって、

- 5 複数の単語を含む文章を学習者が前記複数の単語について連続的に発生した音声に対応する文章音声情報を受けて、前記文章に含まれる単語毎の単語音声情報に分離する単語分離手段(114)と、
前記単語音声情報ごとにモデル音声との一致の程度を評価する尤度判定手段(116)と、

10 前記尤度判定手段の判定結果を前記単語毎に表示する表示出力手段(120)とを備える、外国語学習装置。

2. (補正後) 前記外国語学習装置は、

- 15 前記学習者が発音するべきモデル文章と対応し、かつ前記モデル文章全体にわたるモデル音韻配列情報を保持する記憶手段(118)とをさらに備え、
前記表示出力手段は、予め前記学習者に前記モデル文章を提示し、
前記単語分離手段は、

前記文章音声情報を音韻情報毎に認識する音韻認識手段と、
分離された前記音韻情報と前記モデル音韻配列情報に基づいて、前記単語毎の単語音声情報を認識する単語音声認識手段とを含む、請求項1記載の外国語学習装置。

20 3. 前記音韻認識手段は、前記外国語に含まれ得る音韻のそれぞれに対する、前記文章音声情報中の各音韻情報の尤度を判定する音韻尤度決定手段を含み、
前記尤度判定手段は、

25 前記文章音声情報中の各音韻情報の尤度分布平面上において、前記モデル音韻配列情報どおりの音韻配列で発音したとした場合の経路に沿って求めた各単語尤度と、学習者の発音した音声波形から間違いややすい候補の経路に沿って求めた各単語尤度の合計とを照合することで、前記単語毎の一致の程度を評価する、請求項2記載の外国語学習装置。

4. (補正後) 外国語学習方法であって、

30 複数の単語を含む文章を学習者が前記複数の単語について連続的に発生した音声に対応する文章音声情報を受けて、前記文章に含まれる単語毎の単語音声情報に分離するステップ(S106, S108)と、

前記単語音声情報ごとにモデル音声との一致の程度を評価するステップ（S 1
10）と、

前記単語音声情報ごとの評価結果を前記単語毎に表示するステップ（S 1
10）とを備える、外国語学習方法。

5 5.（補正後）予め前記学習者にモデル文章を提示するステップ（S 102）を
さらに備え、

前記単語音声情報に分離するステップは、

前記文章音声情報を音韻情報毎に認識するステップ（S 106）と、

10 前記学習者に提示されたモデル文章に対応し、かつ前記モデル文章全体にわた
るモデル音韻配列情報と分離された前記音韻情報に基づいて、前記単語毎の單
語音声情報を認識するステップ（S 108）などを含む、請求項4記載の外国語学
習方法。

15 6. 前記音韻情報毎に認識するステップは、前記外国語に含まれ得る音韻のそれ
ぞれに対する、前記文章音声情報中の各音韻情報の尤度を判定するステップを有
し、

前記モデル音声との一致の程度を評価するステップは、前記文章音声情報中の
各音韻情報の尤度分布平面上において、前記モデル音韻配列情報どおりの音韻配
列で発音したとした場合の経路に沿って求めた各単語尤度と、学習者の発音した
音声波形から間違いやしい候補の経路に沿って求めた各単語尤度の合計とを照合
することで、前記単語毎の一致の程度を評価する、請求項5記載の外国語学習方
法。

7. 前記学習者が発する前記モデル文章中の前記音韻毎および前記単語ごとに発
音練習結果を評価するステップをさらに備える、請求項5記載の外国語学習方法。

8. 前記発音練習結果を評価するステップは、

25 前記学習者に対して、前記表示装置を介して、前記音韻毎に声道形状モデルを
表示するステップを含む、請求項7記載の外国語学習方法。

9. 前記発音練習結果を評価するステップは、

前記学習者に対して、前記表示装置を介して、モデル声紋と学習者の発音に対
する声紋とを対比表示するステップを含む、請求項7記載の外国語学習方法。

30 10. 前記発音練習結果を評価するステップは、

前記学習者に対して、前記表示装置を介して、学習者の発音のフォルマント平

面上の位置を表示するステップを含む、請求項 7 記載の外国語学習方法。

1 1. 外国語学習装置であって、

学習者が発音するべきモデル文章と対応するモデル音韻配列情報とを保持する記憶手段（1 1 8）と、

5 予め前記学習者に前記モデル文章を提示するための表示出力手段（1 0 4、1 2 0）と、

前記学習者の発音した文章に対応する文章音声情報を受けて、前記文章に含まれる単語毎の単語音声情報に分離する単語分離手段（1 4 0. 1）と、

10 前記単語音声情報ごとにモデル音声との一致の程度を評価する尤度判定手段（1 4 0. 4）と、

前記尤度判定手段の判定結果を音韻毎および前記単語毎に表示する表示出力手段（1 2 0）とを備え、

前記単語分離手段は、

前記文章音声情報を音韻情報毎に認識する音韻認識手段と、

15 分離された前記音韻情報と前記モデル音韻配列情報に基づいて、前記単語毎の単語音声情報を認識する単語音声認識手段とを含み、

発音練習期間中において、前記学習者が発する前記モデル文章中の前記音韻毎および前記単語ごとに発音練習結果を評価する発音評価手段をさらに備える、外国語学習装置。

20 1 2. 前記発音評価手段は、

前記学習者に対して、前記表示装置を介して、前記音韻毎に声道形状モデルを表示する、請求項 1 1 記載の外国語学習装置。

1 3. 前記発音評価手段は、

前記学習者に対して、前記表示装置を介して、モデル声紋と学習者の発音に対する声紋とを対比表示する、請求項 1 1 記載の外国語学習装置。

1 4. 前記発音評価手段は、

前記学習者に対して、前記表示装置を介して、学習者の発音のフォルマント平面上の位置を表示する、請求項 1 1 記載の外国語学習装置。

1 5. （補正後）複数の単語を含む文章を学習者が前記複数の単語について連続

的に発生した音声に対応する文章音声情報を受けて、前記文章に含まれる単語毎の単語音声情報に分離するステップと、

前記単語音声情報ごとにモデル音声との一致の程度を評価するステップと、

前記単語音声情報ごとの評価結果を前記単語毎に表示するステップと

5 を有する外国語学習方法をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な媒体。

16. (補正後) 前記外国語学習方法は、予め前記学習者にモデル文章を提示するステップをさらに備え、

前記単語音声情報に分離するステップは、

10 前記文章音声情報を音韻情報毎に認識するステップと、

前記学習者に提示されたモデル文章に対応し、かつ前記モデル文章全体にわたるモデル音韻配列情報と分離された前記音韻情報に基づいて、前記単語毎の単語音声情報を認識するステップとを含む、コンピュータ読み取り可能な、請求項15記載の媒体。

15 17. 前記音韻情報毎に認識するステップは、前記外国語に含まれ得る音韻のそれぞれに対する、前記文章音声情報中の各音韻情報の尤度を判定するステップを有し、

前記モデル音声との一致の程度を評価するステップは、前記文章音声情報中の各音韻情報の尤度分布平面上において、前記モデル音韻配列情報どおりの音韻配列で発音したとした場合の経路に沿って求めた各単語尤度と、学習者の発音した音声波形から間違いややすい候補の経路に沿って求めた各単語尤度の合計とを照合することで、前記単語毎の一致の程度を評価するステップを有する、コンピュータ読み取り可能な、請求項16記載の媒体。

18. 前記外国語学習方法は、前記学習者が発する前記モデル文章中の前記音韻毎および前記単語ごとに発音練習結果を評価するステップをさらに備える、コンピュータ読み取り可能な、請求項16記載の媒体。

19. 前記発音練習結果を評価するステップは、前記学習者に対して、前記表示装置を介して、前記音韻毎に声道形状モデルを表示するステップを含む、コンピュータ読み取り可能な、請求項18記載の媒体。

30 20. 前記発音練習結果を評価するステップは、

前記学習者に対して、前記表示装置を介して、モデル声紋と学習者の発音に対

する声紋とを対比表示するステップを含む、コンピュータ読み取り可能な、請求項

18記載の媒体。

21. 前記発音練習結果を評価するステップは、

前記学習者に対して、前記表示装置を介して、学習者の発音のフォルマント平
5 面上の位置を表示するステップを含む、コンピュータ読み取り可能な、請求項18
記載の媒体。

22. (補正後) 複数の単語を含む文章を学習者が前記複数の単語について連続
的に発生した音声に対応する文章音声情報を受けて、前記文章に含まれる単語毎
の単語音声情報に分離するステップと、

10 前記単語音声情報ごとにモデル音声との一致の程度を評価するステップと、

前記単語音声情報ごとの評価結果を前記単語毎に表示するステップと
を有する外国語学習方法をコンピュータに実行させるためのコンピュータプロ
グラム。

FIG. 1

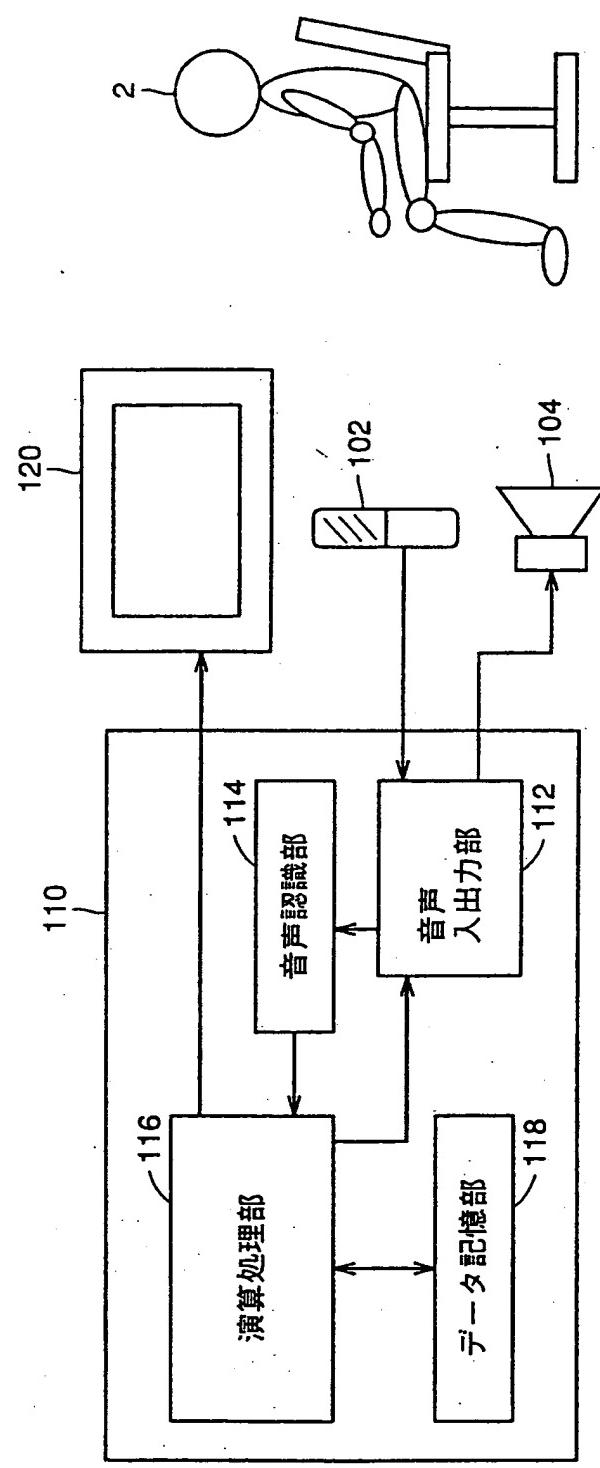
1001
16

FIG.2

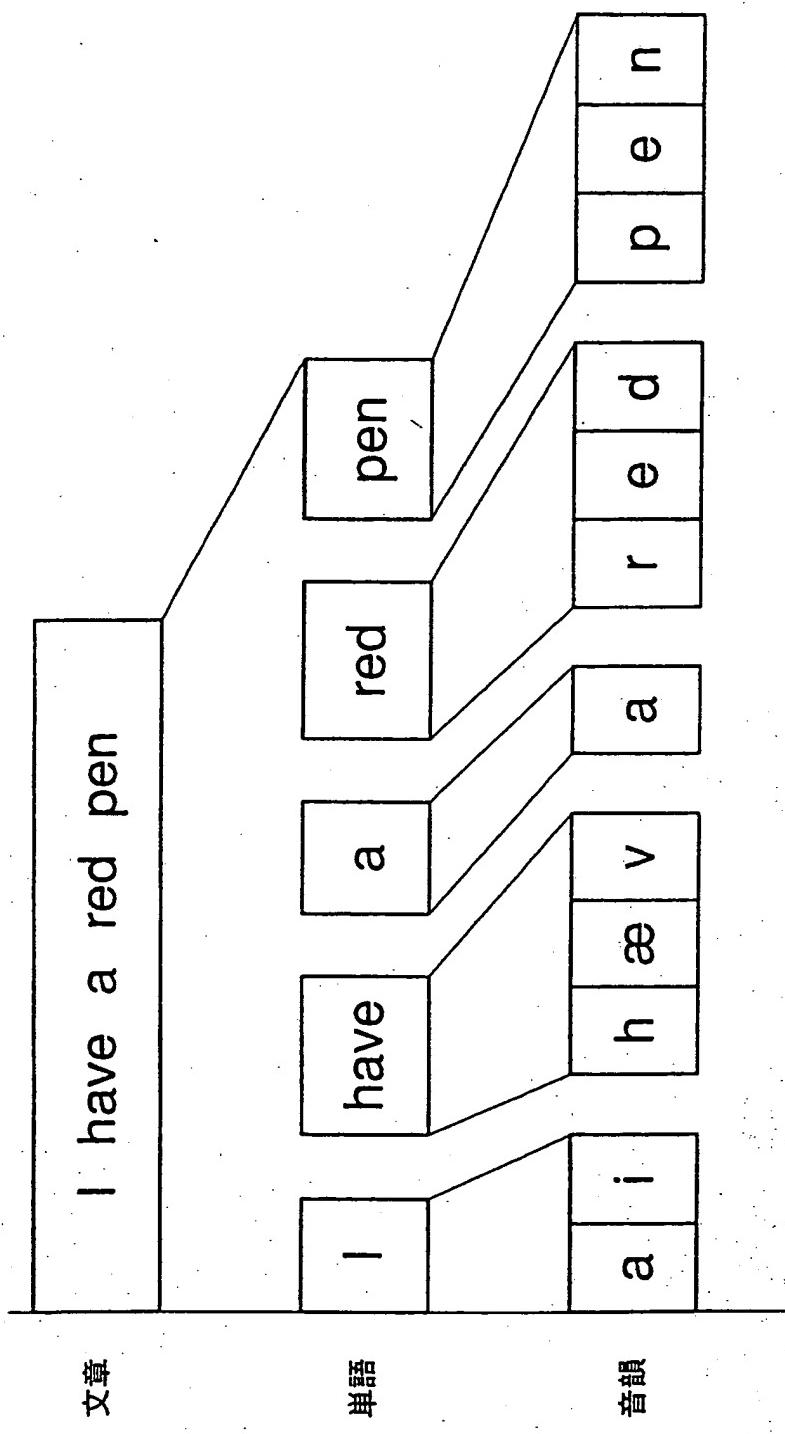


FIG.3

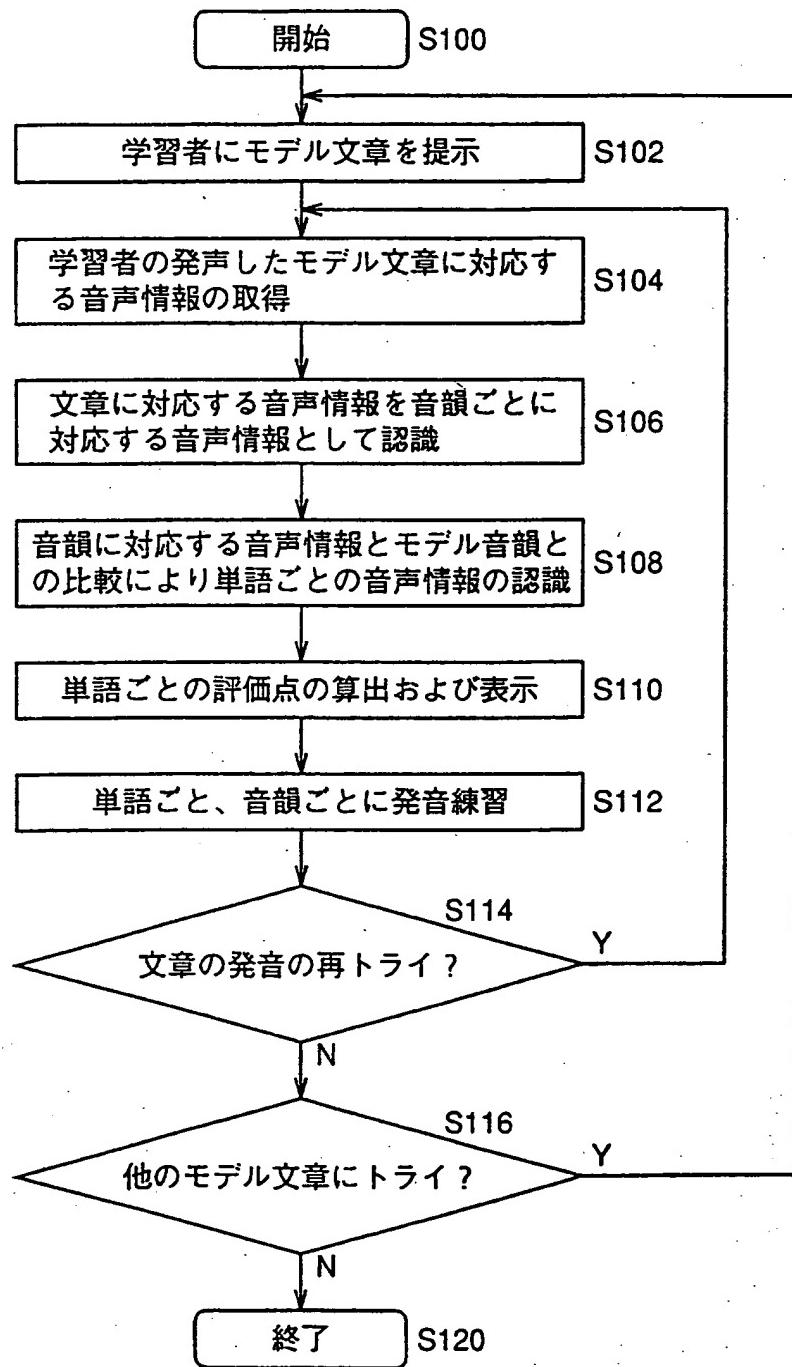
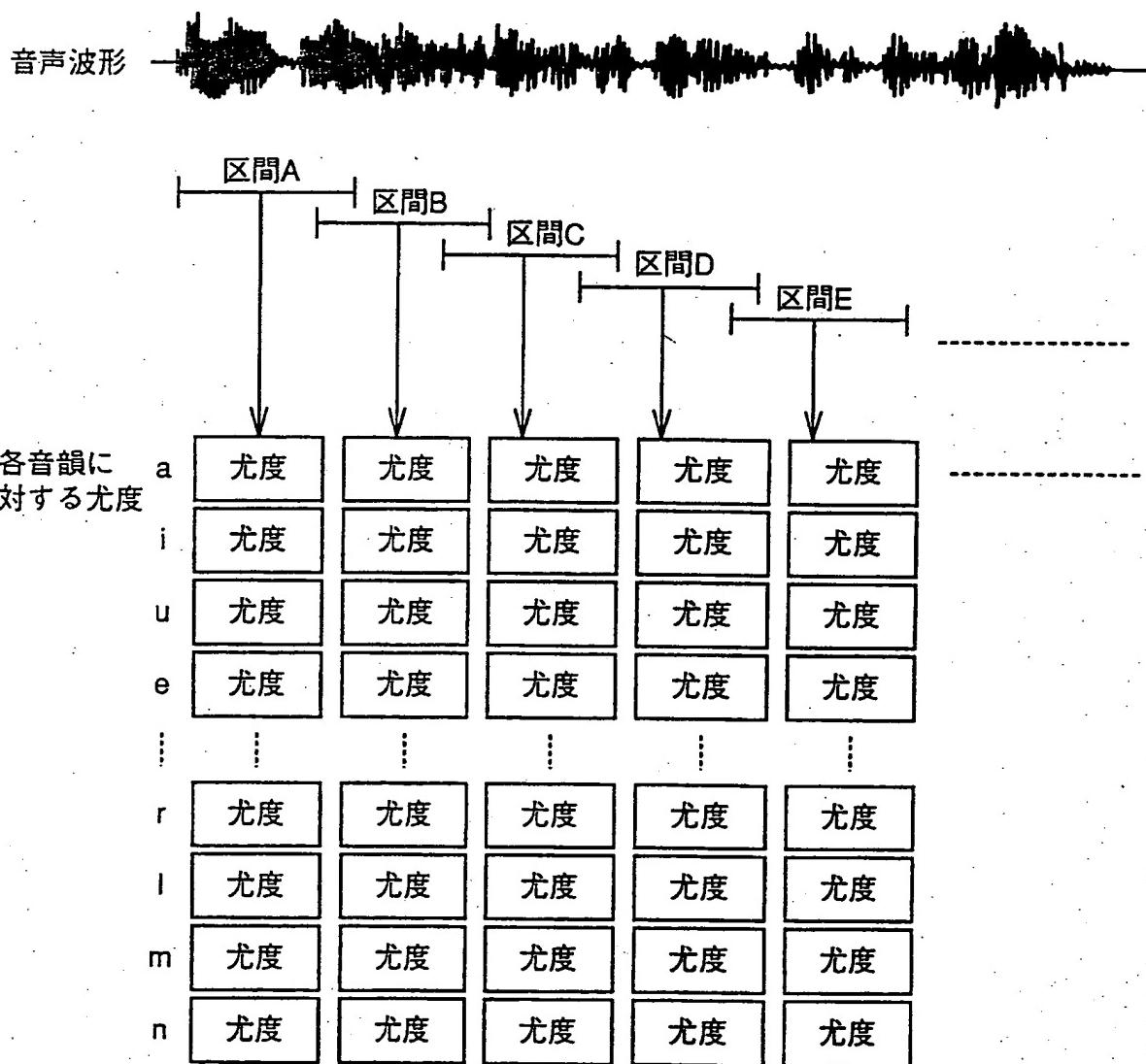


FIG.4



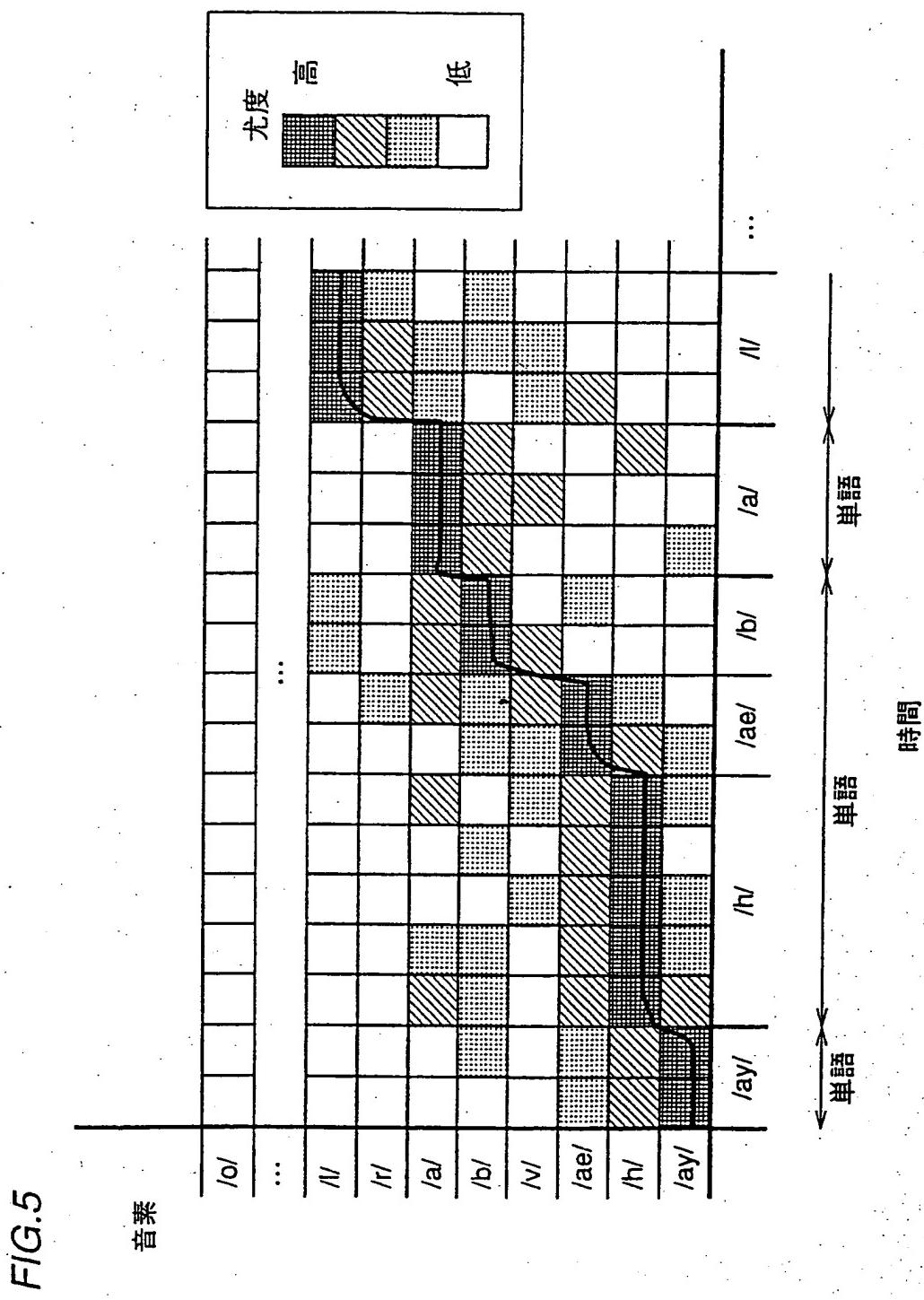


FIG.6

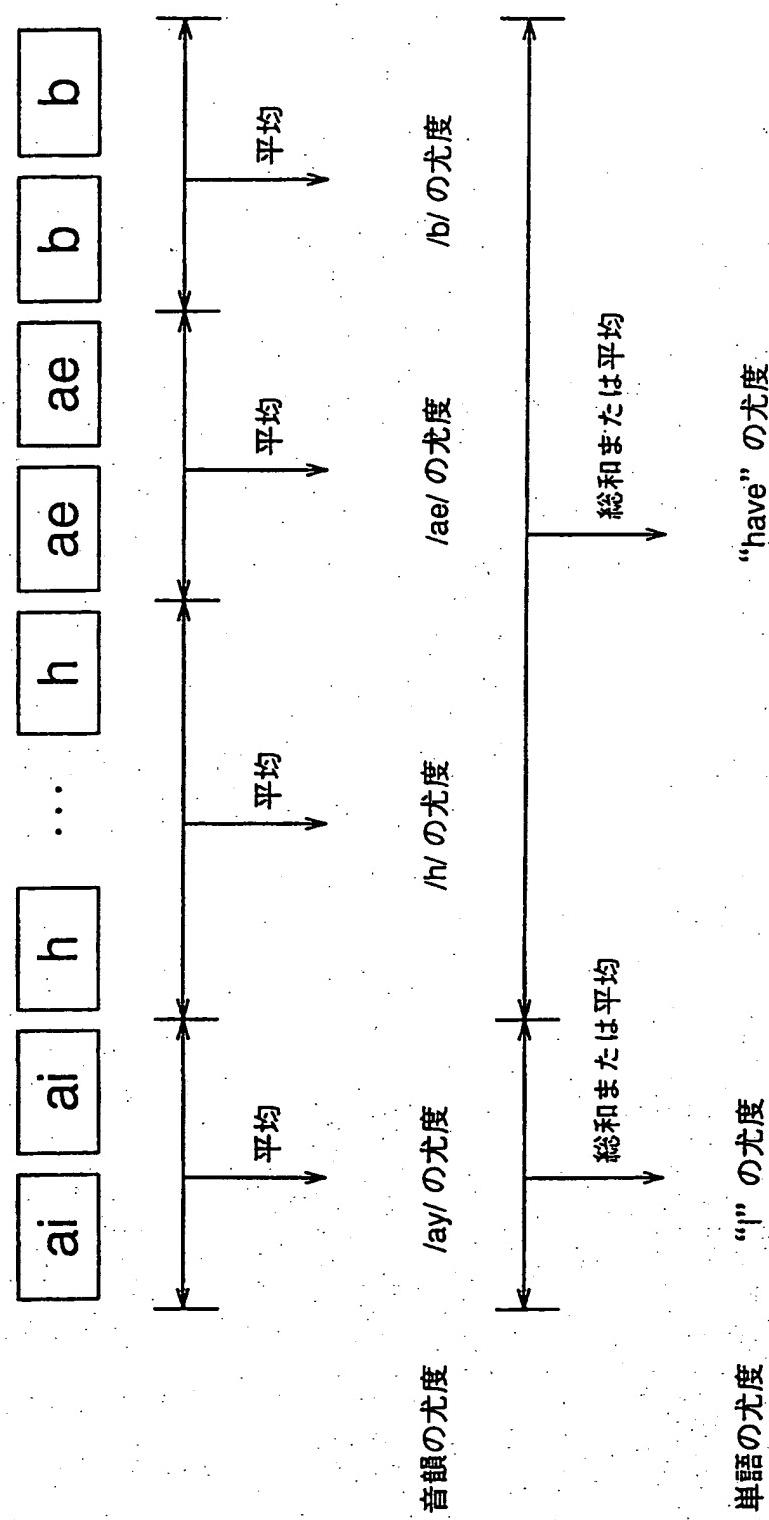


FIG.7

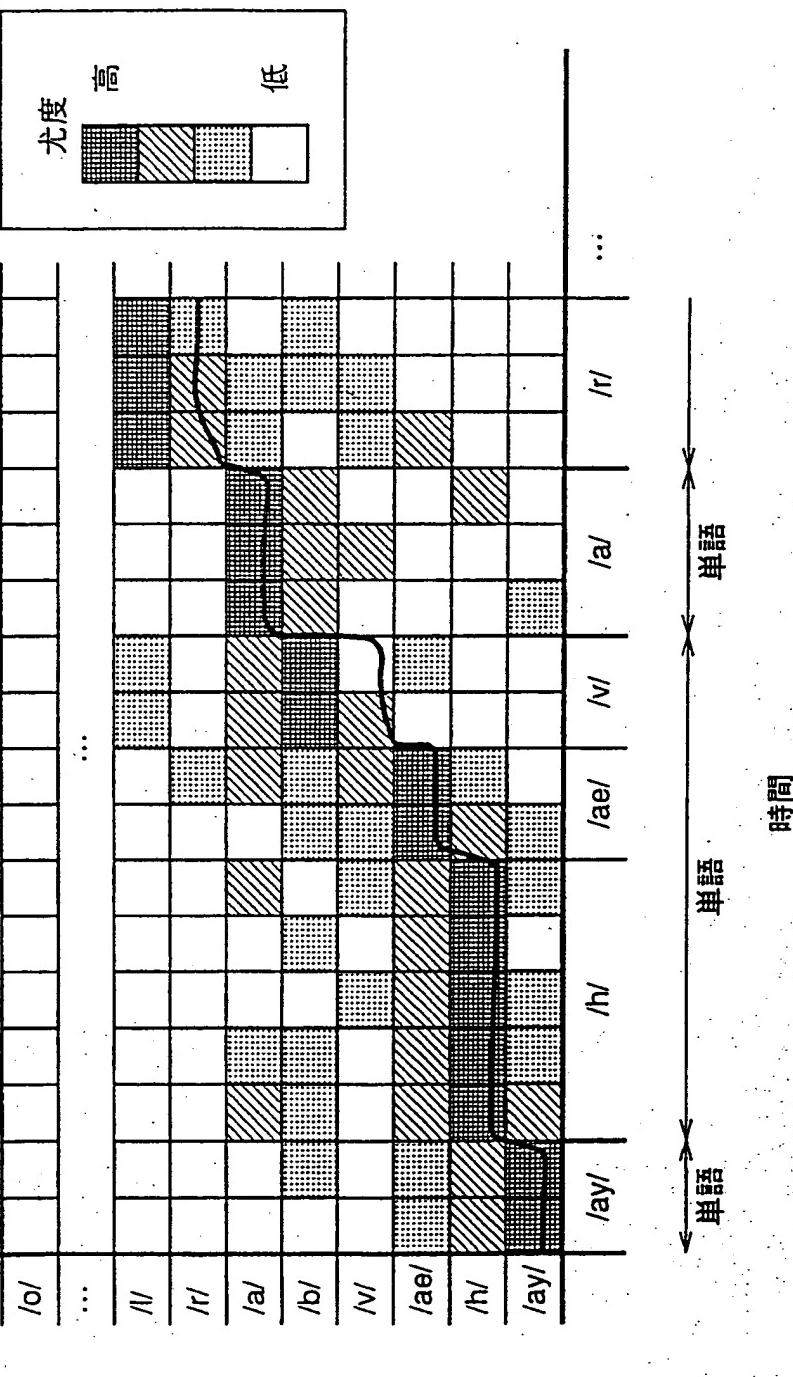


FIG.8

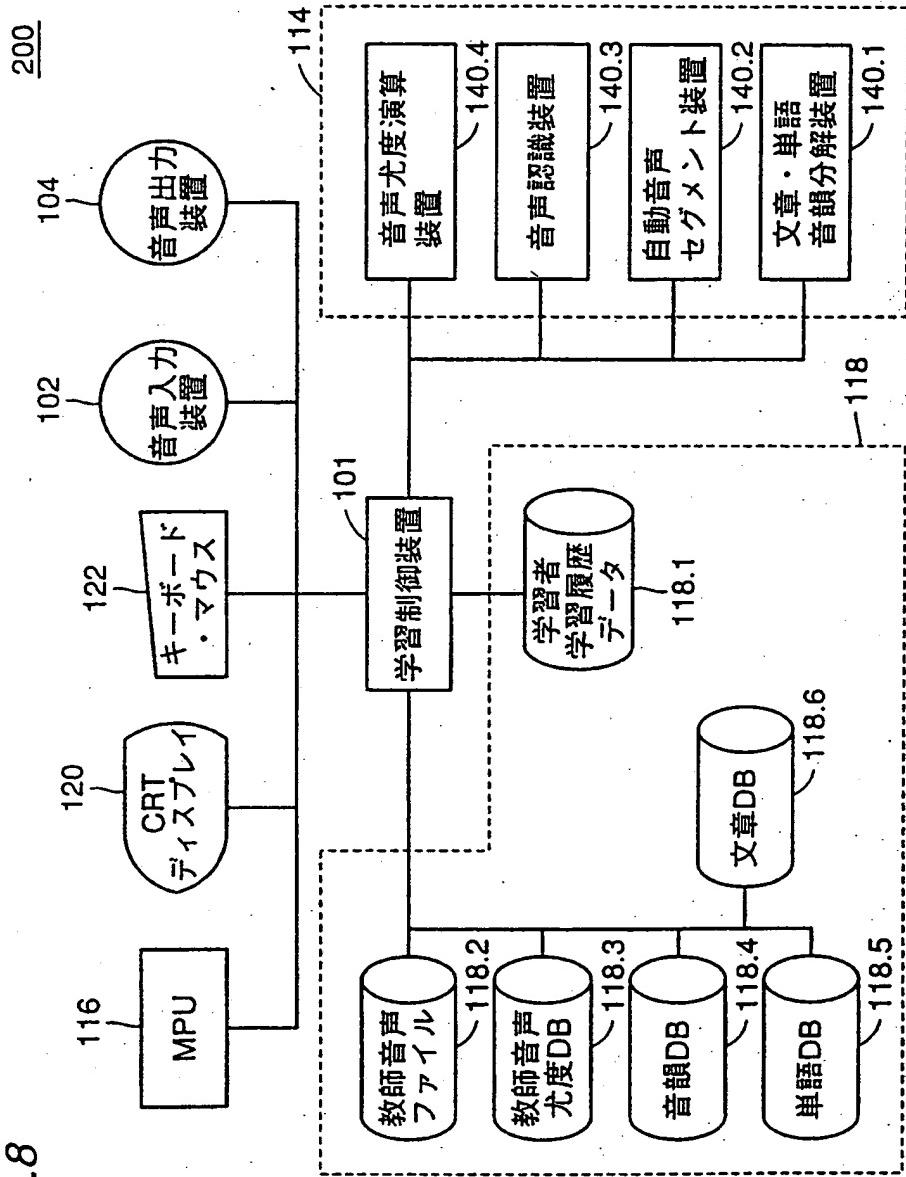


FIG.9

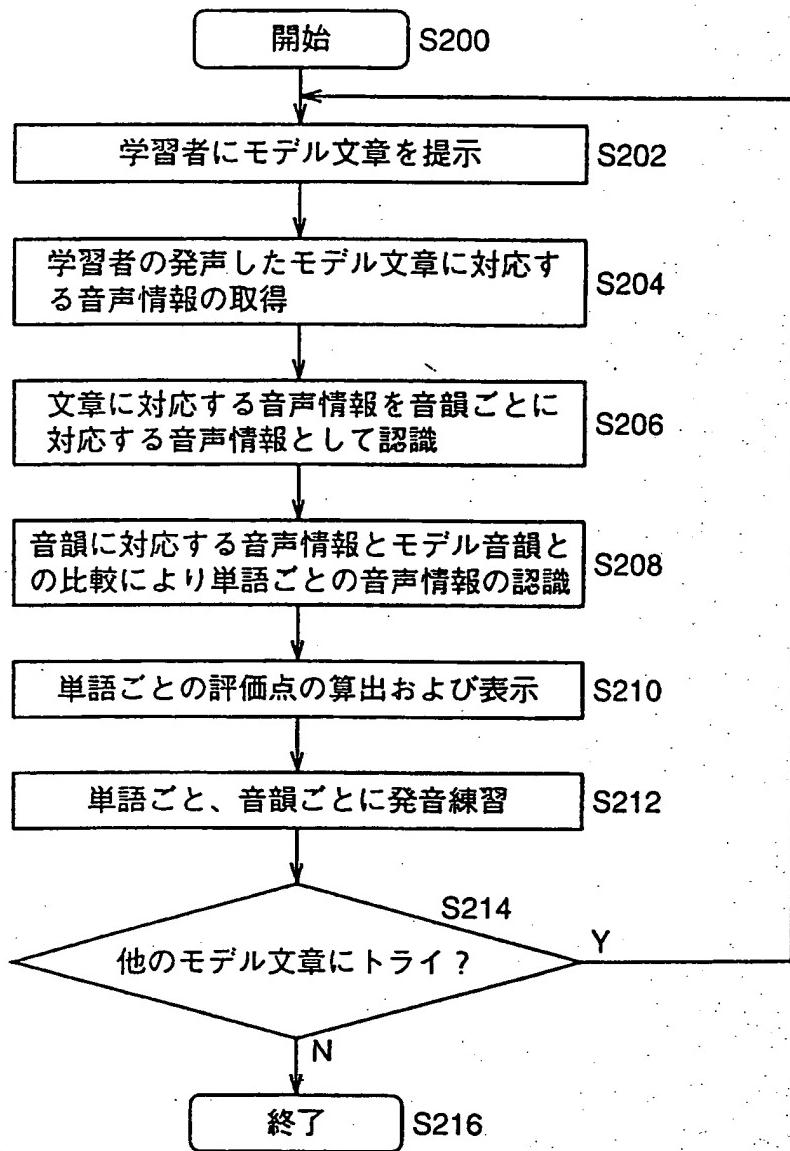


FIG.10

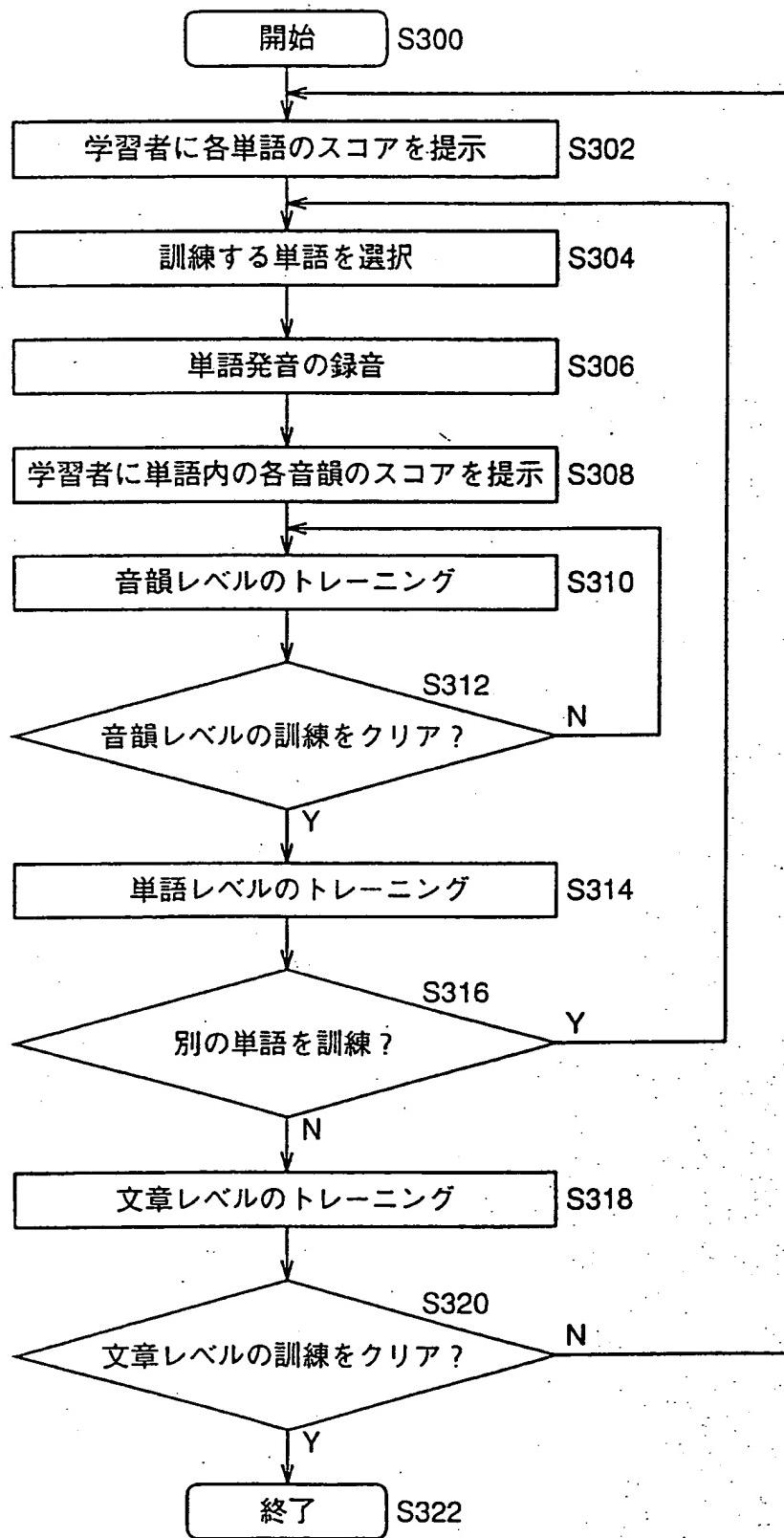


FIG.11

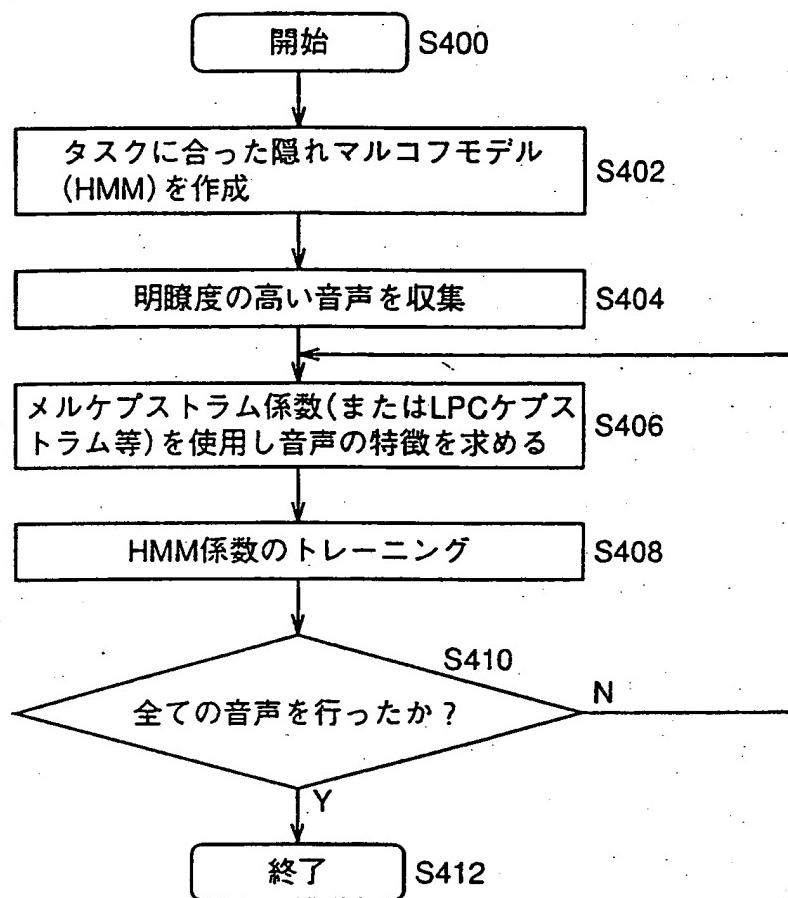


FIG.12

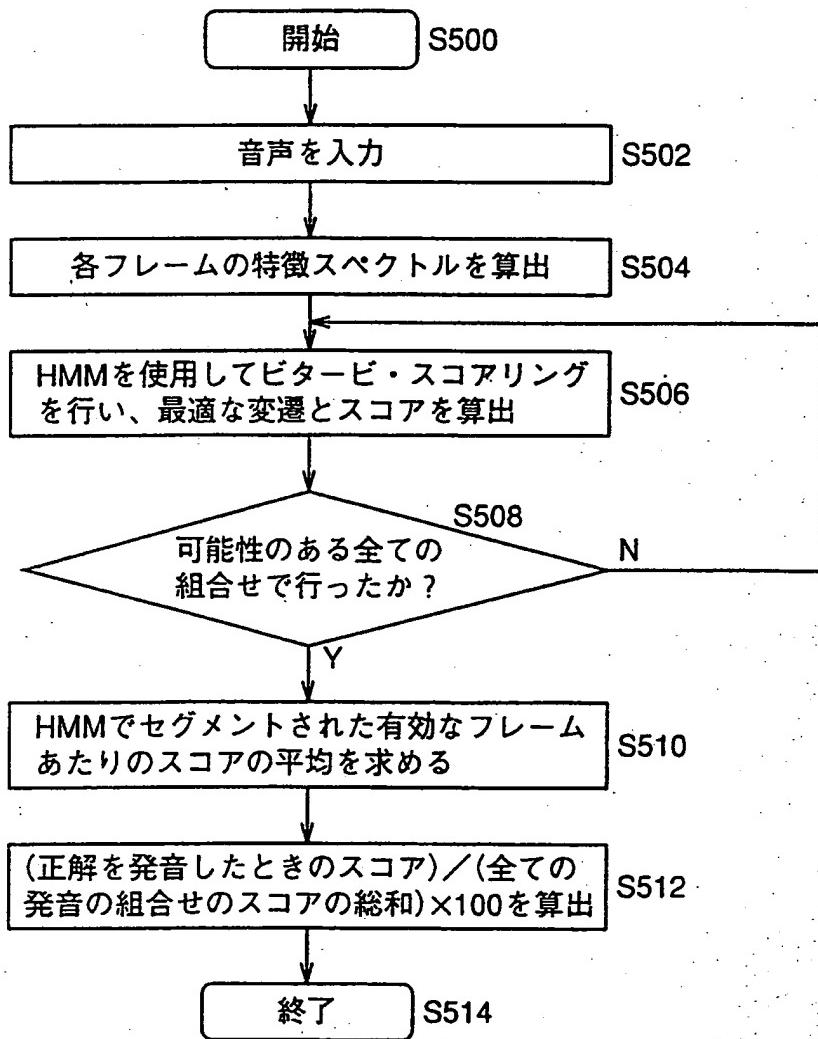


FIG.13

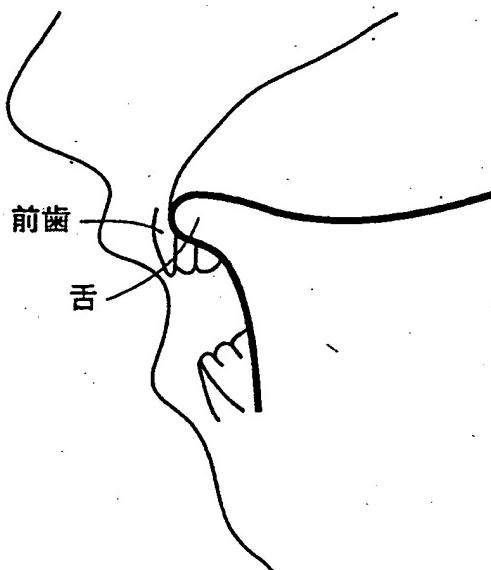


FIG.14



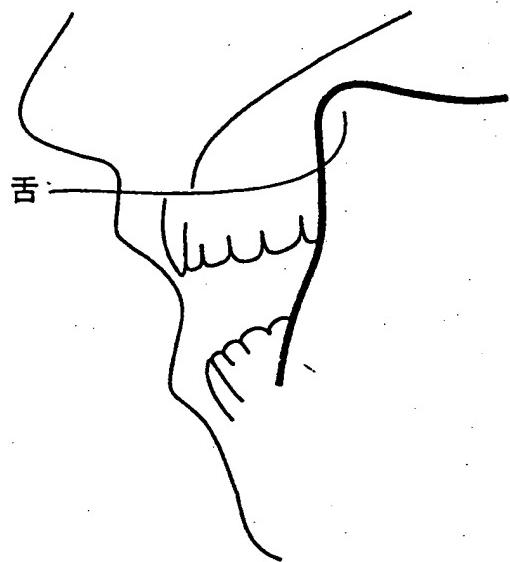
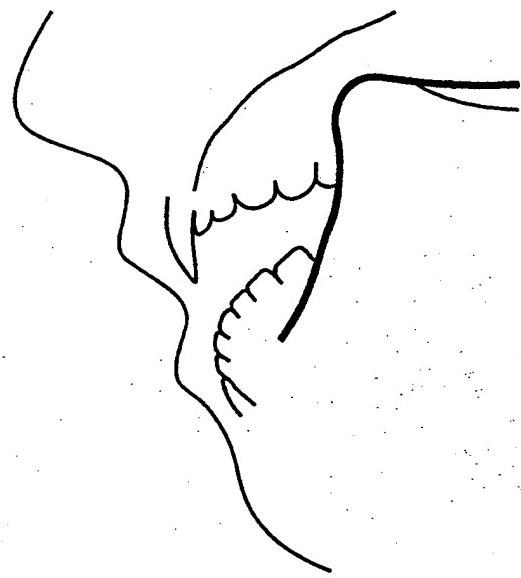
FIG.15**FIG.16**

FIG. 17

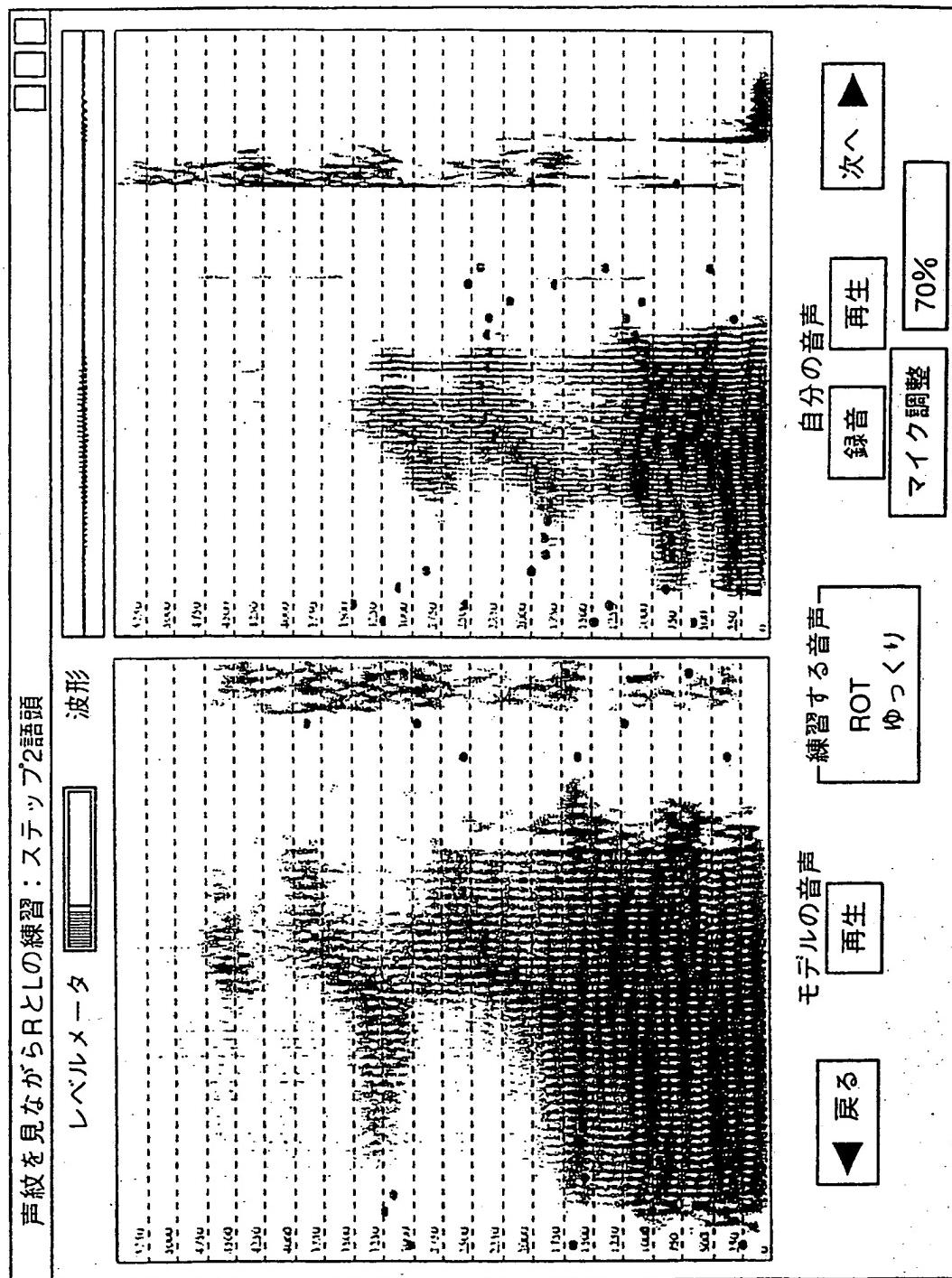
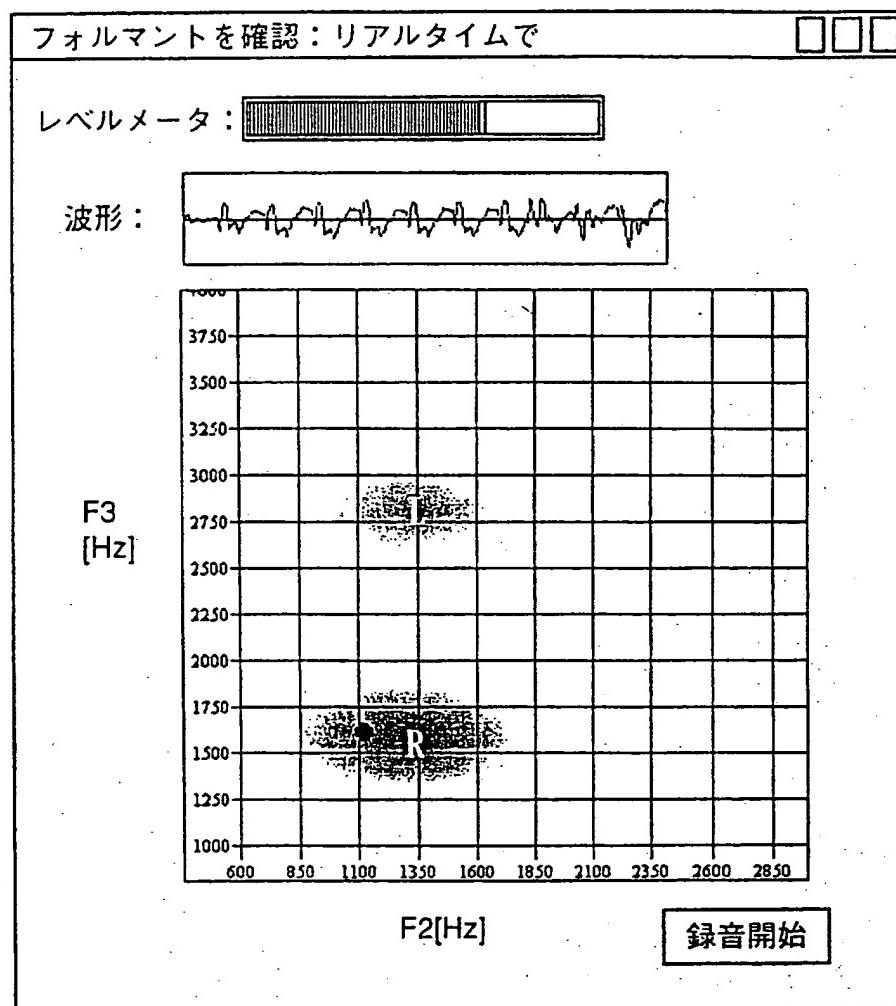


FIG. 18



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/08762

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 Int.Cl⁷ G10L15/00, G09B7/02, 19/00, 19/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
 Int.Cl⁷ G10L15/00-17/00, G09B7/00-7/12, 19/00-19/26

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
 Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2001
 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2001 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2001

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
 JICST FILE (JOIS), INSPEC (DIALOG), WPI (DIALOG),
 IEEE Electronic Library Online

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|---|-----------------------------------|
| X | US, 5487671, A (DSP Solutions (International), 30 January, 1996 (30.01.96), Full text, all drawings & WO, 94/17508, A1 | 1, 2, 4, 5, 7, 11, 15, 16, 18, 22 |
| Y | The Journal of the Acoustical Society of Japan (E), Vol. 18, No. 6, November 1987, R. Yamada et al, "Second language production training using spectrographic representations as feedback", p.341-344, ISSN 0388-2861 | 8, 9, 10, 12, 13, 14, 19, 20, 21 |
| A | | 3, 6, 17 |
| Y | Tsuneo YAMADA, et. al., "Eigo Speaking Kagakuteki Joutatsuhou", 20 August, 1999 (20.08.99), Kodansha Blue Backs, pp.51-82 ISBN 4-06-257263-X | 9, 13, 20 |
| Y | WO, 94/20952, A1 (SRI International), 15 June, 1994 (15.06.94), Full text, all drawings & EP, 692135, A1 & JP, 8-507620, A | 8, 9, 10, 12, 13, 14, 19, 20, 21 |
| A | | 1-21 |

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

| | |
|---|--|
| * Special categories of cited documents: | |
| "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance | "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention |
| "E" earlier document but published on or after the international filing date | "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone |
| "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) | "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art |
| "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means | "&" document member of the same patent family |
| "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed | |

| | |
|--|---|
| Date of the actual completion of the international search 06 March, 2001 (06.03.01) | Date of mailing of the international search report 21 March, 2001 (21.03.01) |
|--|---|

| | |
|--|--------------------|
| Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office | Authorized officer |
|--|--------------------|

| | |
|---------------|---------------|
| Facsimile No. | Telephone No. |
|---------------|---------------|

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/08762

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|---|-----------------------|
| A | JP, 1-33831, B2 (Agency of Industrial Science and Technology), 14 July, 1989 (14.07.89), Full text, all drawings (Family: none) | 1-21 |
| A | JP, 5-165494, A (Osaka Gas Co., Ltd.), 02 July, 1993 (02.07.93), Full text, all drawings (Family: none) | 1-21 |
| A | JP, 3-226785, A (Oki Techno. Systems Lab. K.K.), 07 October, 1991 (07.10.91), Full text, all drawings (Family: none) | 1-21 |
| A | JP, 2834471, B2 (Nippon Telegr. & Teleph. Corp. <NTT>), 02 October, 1998 (02.10.98), Full text, all drawings (Family: none) | 1-21 |
| A | IEICE Technical Report [Onsei], Vol.88, No.482, SP88-155, H. Hamada et al), "Automatic Evaluation of English Pronunciation Spoken by Japanese", pp.9-14, (issued on 24 March, 1989) | 1-21 |
| EA | ATR Ningen Joho Tsushin Kenkyusho ed., "Kanzenban Eigo Speaking Kagakuteki Joutatsuhou", 31 March, 2000 (31.03.00), Kodansha, ISBN 4-06-209829-6 | 1-21 |

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int Cl' G10L15/00, G09B7/02, 19/00, 19/06

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int Cl' G10L15/00~17/00, G09B7/00~7/12, 19/00~19/26

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922~1996年

日本国公開実用新案公報 1971~2001年

日本国登録実用新案公報 1994~2001年

日本国実用新案登録公報 1996~2001年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

JICST科学技術文献ファイル (JOIS), INSPEC (DIALOG), WPI (DIALOG),
IEEE Electronic Library Online

C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する 請求の範囲の番号 |
|-----------------|---|---|
| X | U.S., 5487671, A (DSP Solutions (International)) 30.1月.1996(30.01.96), 全文全図, &W0, 94/17508, A1 | 1, 2, 4, 5, 7, 11, 15, 16, 18, 22 |
| Y | | 8, 9, 10, 12, 13, 14, 19, 20, 21 |
| A | | 3, 6, 17 |

 C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

| | |
|---|---|
| 国際調査を完了した日 06.03.01 | 国際調査報告の発送日 21.03.01 |
| 国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号 100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号 | 特許庁審査官（権限のある職員）、 松尾 淳一 印 5C 8842 電話番号 03-3581-1101 内線 3540 |

| C(続き) 関連すると認められる文献 | | 関連する 請求の範囲の番号 |
|--------------------|--|----------------------------------|
| 引用文献の カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | |
| Y | The Journal of the Acoustical Society of Japan (E), Vol. 18, No. 6, November 1987, R. Yamada et al, "Second language production training using spectrographic representations as feedback", p. 341-344, ISSN 0388-2861 | 9, 13, 20 |
| Y | 山田恒夫, 足立隆弘「英語スピーキング科学的上達法」20.8月.1999(20.08.99), 講談社ブルーバックス, p. 51-82 ISBN 4-06-257263-X | 8, 9, 10, 12, 13, 14, 19, 20, 21 |
| A | WO, 94/20952, A1 (SRI International) 15.6月.1994(15.06.94), 全文全図, &EP, 692135, A1, &JP, 8-507620, A | 1-21 |
| A | J P, 1-33831, B2(工業技術院長) 14.7月.1989(14.07.89), 全文全図, (ファミリーなし) | 1-21 |
| A | J P, 5-165494, A(大阪瓦斯株式会社) 2.7月.1993(02.07.93), 全文全図, (ファミリーなし) | 1-21 |
| A | J P, 3-226785, A(株式会社沖ケンシステムズラボラトリ) 7.10月.1991(07.10.91), 全文全図, (ファミリーなし) | 1-21 |
| A | J P, 2834471, B2(日本電信電話株式会社) 2.10月.1998(02.10.98), 全文全図, (ファミリーなし) | 1-21 |
| A | 電子情報通信学会技術研究報告("IEICE Technical Report")[音声], Vol. 88, No. 482, SP88-155, 浜田洋外("H. Hamada et al"), 「日本人の発声した英語の自動評価」("Automatic Evaluation of English Pronunciation Spoken by Japanese"), p. 9-14, (1989年3月24日発行) | 1-21 |
| E A | A T R 人間情報通信研究所編「完全版英語スピーキング科学的上達法」31.3月.2000(31.03.00), 講談社, ISBN 4-06-209829-6 | 1-21 |

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER: _____**

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.
As rescanning these documents will not correct the image
problems checked, please do not report these problems to
the IFW Image Problem Mailbox.**